N.IX.c
18

38171/c

COURS
DE
PHYSIQUE
EXPERIMENTALE ET MATHEMATIQUE.
TOME III.

55151

COURS
DE
PHYSIQUE EXPERIMENTALE
ET MATHEMATIQUE,

PAR PIERRE VAN MUSSENBROEK,

TRADUIT

Par M. SIGAUD DE LA FOND, Démonstrateur de Physique Expérimentale, Maître de Mathématiques, de la Société Royale des Sciences de Montpellier, des Académies Royale des Sciences & Belles-Lettres d'Angers, Electorale de Baviere, &c.

TOME TROISIEME.

A PARIS,

Chez DELALAIN, Libraire, rue Saint-Jacques, à S. Jacques.

M. DCC. LXIX.

Avec Approbation, & Privilege du Roi.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

COURS DE PHYSIQUE-MATHEMATIQUE.

CHAPITRE XXXV.

Description de l'œil.

§. MDCCCLI. ON ne sauroit exposer de quelle maniere nous appercevons les objets qui sont hors de nous, sans examiner auparavant l'organe de la vue, qui est l'œil, & sans avoir une idée de sa structure interne & externe. Je vais donc entreprendre d'en donner la description en peu de mots. Tout ce qu'on trouvera de bien représenté dans la Fig. 12 de la Table XLI, ainsi que ce qu'on trouvera bien exposé dans la description que je vais donner, doit être attribué au célebre *Albin*, qui fait l'ornement de notre siécle; & on doit rejetter sur moi tout ce qu'on y trouvera d'erroné, ou de moins exact, ou enfin d'obscur.

L'homme a naturellement deux yeux, placés anterieurement au milieu de la tête, pour être plus proches du cerveau, & afin qu'il puisse voir & distinguer en toutes sortes de sens les objets qui sont autour de lui. Chacun d'eux est situé profondément dans une cavité osseuse, qui porte le nom d'orbite: cette cavité, dans laquelle l'œil repose, le met à l'abri de toutes les injures auxquelles ses parties postérieures & latérales pourroient être exposées.

L'œil avance un peu hors de l'orbite, & il eſt défendu & arrêté pardevant, à l'aide des deux paupieres.

§. MDCCC LII. Il y a pluſieurs animaux qui ſont privés de cet organe; tels ſont les huitres à écailles, le formet, les vers de terre, ainſi que ceux qu'on trouve dans le corps de l'homme, &c. Les animaux qui marchent ſur la terre, ainſi que ceux qui rampent, ſont pour l'ordinaire munis de deux yeux; il en eſt de même des oiſeaux & de pluſieurs poiſſons: les limaçons de mer, de fleuve & de terre ont auſſi deux yeux. Il y a pluſieurs animaux qui en ont un plus grand nombre de différentes grandeurs, & ſitués en différens endroits de la tête. Ces yeux leur procurent la facilité de voir les objets qui les environnent, & même ceux qui ſont éloignés, lors même que ces animaux tiennent leur tête fixe & immobile: pluſieurs araignées ſont munies de huit yeux: on remarque deux globes éminens qui ſaillent aux deux côtés de la tête des mouches & des papillons; ces deux éminences ſont couvertes d'une eſpece de réſeau, dont chaque trou eſt un œil particulier. *Leeuwenhoek* en a compté 3181 ſur le globe ſaillant d'un ſcarabé, & 8000 ſur celui d'une mouche. *Pugette* en a compté 17325 ſur le globe d'un papillon, & outre cela pluſieurs autres plus petits en différens endroits de la tête de cet animal.

Les yeux de l'homme ſont partie de ſa face: ceux d'une eſpece d'araignée à longue patte, & connue ſous le nom de *Faucheur*, ſont ſitués ſur ſon dos. L'homme a deux paupieres; la ſupérieure eſt plus mobile que l'inférieure. C'eſt tout le contraire dans les animaux dont la tête eſt courbée vers la terre, ainſi que dans les oiſeaux. L'autruche a cependant la paupiere ſupérieure plus mobile que l'inférieure.

Il y a des animaux dont les yeux ſont tellement conſtitués, qu'ils peuvent voir de tous côtés; tels ſont les limaçons des jardins, & quelques coquillages, qui ont les yeux placés aux extrêmités de leurs cornes, comme les écreviſſes. Il y a d'autres coquillages qui les ont ſitués au milieu de leurs cornes, ainſi que *Adanſon* (1) l'a très bien obſervé. Ces animaux peuvent aiſément, ſans le ſecours des paupieres, qui leur manque, cacher leurs yeux, & les dérober aux périls qui les menacent, ou les ſouſtraire à une trop vive lumiere.

Les animaux terreſtres & les volatils ont reçu de la Nature deux paupieres pour garantir leurs yeux des accidens auxquels les objets extérieurs peuvent les expoſer, & en même tems pour les mettre à l'abri des impreſſions trop vives d'une lumiere trop éclatante. Il y a pluſieurs quadrupedes, ainſi que pluſieurs oiſeaux, qui ſont munis de trois paupieres, dont l'intérieure eſt appellée *membrane clignante* ou *periophthalmium*. Le caméleon n'a qu'une ſeule paupiere qui entoure ſes yeux circulairement (2).

Mais il y a pluſieurs poiſſons, tels que les cancres, les crables, les écreviſſes de mer, &c. qui n'ont point de paupieres. A la place de ces paupieres, l'Auteur de la Nature a donné à pluſieurs poiſſons une eſpece de membrane, qui ſert à couvrir le globe de l'œil, lorſque ces animaux veulent dormir & dérober leurs yeux aux rayons de la lumiere.

(1) Voyage au Sénégal, Tom. 1. (2) Ouvrage adopt. Vol. 1. p. 35.

Stenon a découvert cette membrane dans la raie. *Swammerdam* l'a observé dans la seche, *Biblia Natur.T.* 2. *p.* 880 & 893. Cette membrane est continue à la tunique choroïde, dont la couleur est verte. La grenouille a deux paupieres extérieures, & une troisieme qui est placée au dessous de la paupiere inférieure : ces trois paupieres sont immobiles. Voyez l'*Hist. de l'Acad. Roy. ann.* 1737. Les poissons qui sont dépourvus de cette membrane, ont coutume de dormir sur le dos, le ventre en-haut : c'est ainsi que dorment les tortues, au rapport de *Borelly*, dans son Livre *De Motu animal.*

Les papillons, les mouches, les araignées, & plusieurs insectes, n'ont point de paupieres : c'est pour cela qu'ils sont continuellement obligés de garantir leurs yeux & de chasser la poussiere qui tombe dessus avec leurs pattes antérieures & leurs antennes.

§. MDCCCLIII. L'œil de l'homme est une espece de globe qui n'est pas parfaitement rond; parcequ'il saille davantage à sa partie antérieure A A [*Tab.* 41. *fig.* 12.], qui est cette partie brillante de l'œil. Cette partie A A, qui est connue sous le nom de cornée, est comme un segment d'une plus petite sphere, appliqué sur le segment d'une plus grande. La longueur de l'œil surpasse souvent la largeur : la section de ce globe, faite verticalement & parallelement au nez, & au derriere de la tête, est circulaire. Le globe de l'œil est rond, afin qu'il puisse se mouvoir aisément dans les parties graisseuses qui l'entourent, & que les objets extérieurs puissent se peindre commodément au fond : il est attaché postérieurement au nerf optique N. L'œil, pris en totalité, forme une masse solide, capable de résister à une forte compression; ce qui vient des tuniques qui l'enveloppent, qui sont très fermes, & de ce que ces tuniques sont exactement remplies. Dans l'adulte, le diametre de l'œil, pris depuis la cornée jusqu'au nerf optique, 11 = $\frac{1}{5}$ de ligne, mesure de Paris, ou 11 $\frac{519}{1591}$ lignes de pouce rhenan.

Dans les poissons, le globe de l'œil est arrondi postérieurement, & applati antérieurement. *Porterfield* (1) a observé que la cornée est beaucoup plus convexe dans les oiseaux. Dans le chameau, la figure de l'œil, tiré de son orbite, est triangulaire (2). Le célebre *Zinn* (3) a observé que la figure du globe de l'œil étoit différente dans différens animaux : il a remarqué que, dans le hibou, la cornée formoit antérieurement une hémisphere, que le fond de l'œil étoit convexe & membraneux, & que sa partie moyenne n'étoit autre chose qu'un tube osseux, qui présentoit d'un côté une base large, & se terminoit en cône tronqué.

L'œil de l'homme se meut à l'aide de six muscles; il y en a quatre qui sont droits, & deux qui sont obliques : ces muscles embrassent l'œil extérieurement, & font qu'il ne fatigue nullement dans les différens mouvemens qu'il est obligé d'exécuter.

§. MDCCCLIV. Le globe de l'œil est principalement formé de trois tuniques; la plus extérieure est appellée *sclérotique*, celle du milieu *choroïde*, & la plus intérieure est connue sous le nom de *rétine*.

(1) Medical Essays. Vol. 4. p. 134. (2) Philos. Trans. n. 413. (3) Comment. Gotting. Vol. 4. p. 247.

La *ſclérotique*, qui eſt une membrane propre de l'œil, enveloppe ce globe dans toute ſon étendue : c'eſt une membrane dure, coriace, très élaſtique, blanchâtre, dans laquelle on ne trouve preſque point de vaiſſeaux, compoſée de pluſieurs feuillets couchés les uns ſur les autres ; ſa partie poſtérieure eſt très épaiſſe à l'endroit où ſe trouve le nerf optique : elle a une ligne d'épaiſſeur, & elle eſt opaque ; elle devient enſuite plus mince à proportion qu'elle s'avance antérieurement, de ſorte qu'elle devient très mince vers la partie antérieure de l'œil, où elle commence à former la cornée : elle continue encore à s'avancer ; elle devient plus épaiſſe, & inégale dans ſon épaiſſeur : elle acquiert une plus grande convexité ; elle eſt tranſparente, & on lui donne le nom de cornée.

La partie poſtérieure de la ſclérotique, qui eſt très épaiſſe, eſt percée d'un trou rond qui donne paſſage à la partie médullaire du nerf optique, laquelle eſt enveloppée de la pie-mere : elle eſt adhérente en cet endroit à l'enveloppe extérieure que la dure-mere fournit au nerf optique : ſa ſurface intérieure n'eſt autre choſe qu'un prolongement de la pie-mere qui s'étend juſqu'à la cornée, & qui eſt d'une épaiſſeur égale dans toute ſon étendue ; cette membrane eſt d'un rouge brun dans l'endroit où elle rencontre la choroïde (1). La partie antérieure de l'œil, qui eſt blanche, ainſi que la cornée, eſt recouverte par une membrane qu'on connoît ſous le nom d'*albuginée*, & qui eſt la même que celle qui revet intérieurement les paupieres : cette membrane, ainſi que celle qui ſert de périoſte à l'orbite, s'attache au globe de l'œil, & l'unit au contour de l'orbite pour empêcher que l'œil, cédant à ſon propre poids, ſe porte hors de l'orbite dans toute ſituation quelconque où la tête ſe trouve baiſſée, & comme cette membrane eſt tranſparente, elle n'empêche point de voir la blancheur de la ſclérotique, & elle ne détruit point la tranſparence de la cornée.

Quoique la cornée ſoit tranſparente, elle ne differe point de la ſclérotique : on ne peut gueres même déterminer l'origine de la cornée. On remarque cependant que pluſieurs fibres des parties voiſines de la ſclérotique blanche & opaque, s'épanouiſſent ſur la cornée (2). Cette membrane eſt compoſée de pluſieurs lames, entre leſquelles on remarque un tiſſu cellulaire qui contient une grande quantité d'eau très diaphane : cette membrane eſt plus épaiſſe dans le fétus que dans l'adulte.

§. MDCCCLV. La cornée A A eſt un ſegment de ſphere, dont le diametre eſt pour l'ordinaire de 7 ou $7\frac{1}{4}$ ou $7\frac{1}{2}$ lignes de Paris ; ſa corde eſt de 5, ou $5\frac{1}{4}$, ou $5\frac{1}{2}$ lignes, meſure de Paris. L'épaiſſeur de cette membrane eſt pour l'ordinaire de $\frac{1}{12}$, ou $\frac{1}{12}$ de ligne, ſelon les Obſervations de *Petit* (3).

La figure de la cornée n'eſt pas la même à l'extérieur & à l'intérieur ; elle repréſente toujours un cercle intérieurement, dont la circonférence eſt terminée par un petit ſillon ; ce qui borne & ce qui ſépare la cornée de la ſclérotique. La lame intérieure de l'iris s'unit à ce ſillon, qui eſt noir du côté qu'il touche à la ſclérotique, à l'endroit où la lame intérieure de cette

(1) Zinn. de Oculo. Cap. 1. p. 11. (2) Zinn. de Oculo. Pag. 19. (3) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1728.

membrane, qui n'eſt autre choſe qu'un prolongement de la pie-mere, paroît ſe terminer (1).

§. MDCCCLVI. On remarque ſous la ſclérotique une autre membrane, connue ſous le nom de choroïde, qui eſt une membrane molle, très tendre, remplie de vaiſſeaux & d'un tiſſu cellulaire : elle part de la circonférence du nerf optique, à l'endroit où il ſe jette dans l'œil : elle eſt concentrique à la ſclérotique, & elle s'étend juſqu'à la cornée; elle eſt adhérente dans toute cette étendue à la ſclérotique, par le moyen d'un tiſſu cellulaire & de ſes vaiſſeaux ; car ce tiſſu cellulaire ſert de lien commun à ces deux tuniques. Plus la choroïde approche de l'iris, plus ce tiſſu augmente & s'étend ſur ſa ſurface extérieure, & elle forme un cercle blanc, qu'on appelle ligament ciliaire. La ſurface intérieure de la choroïde eſt unie depuis ſon origine, qui vient du nerf optique, juſqu'à l'endroit où elle forme le ligament ciliaire : elle eſt tellement appliquée ſur la rétine, qu'elle eſt par-tout contiguë à cette membrane, ſans qu'on puiſſe remarquer aucun eſpace entr'elles, & ces deux tuniques ſont exactement appliquées l'une ſur l'autre.

La ſurface interne & externe de la choroïde paroît toujours, dans l'adulte, d'un rouge brun. On remarque extérieurement ſur l'étendue de la choroïde, une matiere noire, qui ne ſalit point les doigts qui la touchent, qui ne trouble point l'eau dans laquelle on la jette, & qui ne ſe ſépare pas de la choroïde, lors même qu'on la fait macérer. La ſurface interne de cette membrane eſt recouverte d'une matiere qui tire ſur le noir ou ſur le tanné, & qui eſt connue ſous le nom de *pigmentum nigrum ;* on voit à peine des veſtiges de cette matiere à l'endroit où la choroïde embraſſe le nerf optique, où on remarque un cercle blanc ou une membrane cribreuſe. L'épaiſſeur du *pigmentum nigrum* diminue à proportion qu'on avance en âge : cette matiere eſt plus aqueuſe vers la partie poſtérieure de la choroïde, où elle couvre la rétine, & y eſt moins adhérente. Elle ne ſe ſépare jamais de la choroïde dans l'homme vivant : elle ne s'étend pas uniformement & de la même maniere ſur le ligament ciliaire : elle remplit & s'attache plus fortement aux petits interſtices qui ſéparent les éminences ciliaires, & elle forme avec elles un anneau ou un cercle d'une ſtructure admirable, alternativement rayonné de noir & de blanc. Une grande partie de ce *pigmentum nigrum*, qui couvre le ligament ciliaire, s'attache auſſi à l'humeur vitrée.

Lorſqu'on a enlevé de la ſurface interne de la choroïde le *pigmentum nigrum* qui la couvroit, cette membrane paroît veloutée ; car on remarque dans toute ſon étendue, de petites houpes courtes, qui flottent dans l'eau. On remarque une tunique de même eſpece aux *procès ciliaires* ; mais les houpes en ſont plus longues, & elles paroiſſent y former de petites alveoles quadrangulaires, qui blanchiſſent lorſqu'on les a lavées.

La ſurface interne de la choroïde n'eſt point noire dans quantité d'animaux, tels que le lion, le chameau, l'ours, le bœuf, le cerf, la brebis, le chien, le chat. On remarque la même choſe dans pluſieurs oiſeaux : elle eſt dans ces animaux de différentes couleurs, bleue, verte, jaune, ou d'une autre couleur.

(1) Zinn. de Oculo, Pag. 23.

La choroïde est une tunique propre de l'œil : elle est simple, & elle ne doit point son origine à la pie-mere. Elle est percée au fond de l'œil d'un trou rond ; elle entoure la moëlle du nerf optique dans tout son contour, & elle l'embrasse fortement. On remarque cependant qu'à son origine elle embrasse la membrane ronde cribreuse, qui est placée dans la cavité de la sclérotique, & à travers laquelle la partie médullaire du nerf optique pénetre, d'où il suit que la choroïde se développe circulairement autour de cette membrane cribreuse. Lorsque la choroïde s'approche plus près de la cornée, ses deux surfaces deviennent bien différentes; car, à la distance d'environ une ligne de la cornée, elle est entourée d'une tunique blanche, celluleuse, étroite, molle, lisse, glissante, toujours remplie d'eau, beaucoup plus mince & plus lâche dans sa partie postérieure, que dans sa partie antérieure, où elle s'épaissit & forme un anneau blanc, qui unit la choroïde à la sclérotique. Cet anneau s'unit intimement au cercle noir de la sclérotique, qui borde sa partie intérieure, la cornée, à laquelle est collée la lame intérieure de l'iris : ce même anneau s'attache plus fortement en cet endroit, à la substance même de la choroïde, qui devient plus lâche & plus mince sous cet anneau, & qui se remplit intérieurement vers le crystallin.

§. MDCCCLVII. Ce lien circulaire n'excede pas une ligne de largeur dans l'œil de l'homme, & il est connu sous les noms de ligament, de corps ou de procès ciliaire.

La choroïde devenue plus mince sous l'anneau ciliaire, se sépare alors sensiblement, par sa partie intérieure, de la sclérotique, qu'elle avoit concentriquement accompagnée jusqu'à cet endroit, & va s'étendre sur les éminences rayonnées des procès ciliaires.

Ce procès ciliaire forme comme une espece de cloison, qui sépare l'humeur vitrée de l'humeur aqueuse : il paroît sur la partie antérieure de la choroïde, sous la forme d'un anneau noir qui imite assez bien le disque d'une fleur rayonnée, qui embrasse, en forme de couronne, le crystallin. Dans l'adulte, ce cercle a deux lignes de largeur du côté des tempes, & il est sensiblement plus étroit du côté du nez. Le plus grand contour de cet anneau, qui est convexe, est exactement terminé par un canal gaudronné, qui le distingue de la partie postérieure de la choroïde. La partie postérieure de cet anneau, qui est la plus étendue, paroît entierement noire. On remarque cependant, à une ligne de distance du crystallin, plusieurs lignes blanches, séparées les unes des autres par des lignes noires, de sorte que cet anneau paroît composé de deux, dont l'un est postérieur & plus ample, & noir dans toute l'étendue de son contour; l'autre, antérieur & plus petit, composé de lignes blanches & de lignes noires, entre-mêlées les unes dans les autres, de façon qu'une noire se trouve placée entre deux blanches, *& vicissim.* Ces lignes blanches naissent de petits sillons qui sont très peu sensibles & très pâles à leur origine, & elles s'élargissent sensiblement vers le crystallin; elles se rapprochent les unes des autres, & elles paroissent s'étendre au-delà de la plus grande circonférence convexe de cette lentille, de sorte qu'une assez grande partie de ces lignes est couchée sur le crystallin même; & on ne les apperçoit qu'en regardant à travers cette espèce de lentille. Ces lignes blanches sont de petits corpuscules saillans, plus minces & plus pâles vers le

contour convexe du ligament ciliaire, plus épais & plus blancs vers sa concavité, qui tirent leur origine de petites cannelures paralleles, assez difficiles à appercevoir, qui s'étendent antérieurement vers le bord du procès ciliaire, & postérieurement vers le bord gaudronné & découpé.

Lorsqu'on a emporté & essuyé toute l'humeur noire, dont le procès ciliaire est couvert, il paroît que ce corps est une véritable continuation de la choroïde, & qu'on ne peut point le regarder comme une membrane particuliere qui doit seulement son origine à cette tunique : ce n'est donc autre chose que la choroïde elle-même, qui s'étend autour de la sclérotique, dans l'endroit où se trouve l'iris : elle est située circulairement sur l'humeur aqueuse ; elle est convexe & relevée du côté de l'iris, & concave du côté de l'humeur vitrée. Elle est néanmoins séparée de l'iris par une petite distance, qui excede à peine une demi-ligne ; ses extrêmités sont libres & flottantes, séparées de l'iris par l'humeur aqueuse de la chambre postérieure. Elles s'étendent non seulement jusqu'au crystallin, mais encore au-delà de son grand cercle, & s'appuyant sur sa convexité antérieure, elles y flottent librement, de façon qu'elles y forment une zône mince circulaire, qui ne recouvre pas la moindre partie antérieure de cette lentille.

§. MDCCCLVIII. Y a-t-il de véritables fibres musculaires dans le ligament ciliaire ? On le croyoit autrefois ; mais le célebre *Haller*, ainsi que *Zinn*, nient l'existence de ces fibres ; ils avouent cependant qu'il doit y en avoir dans l'iris. Le célebre *Zinn* assure que ce n'est qu'un assemblage de vaisseaux qui viennent directement de la choroïde.

Mais ne peut-on pas soupçonner que le gonflement des vaisseaux, lorsqu'on les injecte, cache ces fibres qui sont si ténues & si délicates, en supposant toutefois qu'elles existent ?

§. MDCCCLIX. La choroïde, ainsi que le *procès ciliaire*, sont couverts de part & d'autre par une humeur que nous avons nommée *pigmentum nigrum* ; mais à l'endroit où le *procès ciliaire* repose sur l'humeur vitrée, on remarque une petite membrane particuliere qui sépare l'humeur vitrée du *pigmentum nigrum*. On peut dire que cette membrane est une petite zône annulaire, qui prend son origine de la partie antérieure de la tunique de l'humeur vitrée, & qui s'avance entre cette humeur & le *pigmentum nigrum* du *procès ciliaire*, pour se porter enfin jusqu'à la convexité antérieure de la capsule du crystallin, au-delà du grand cercle qu'elle forme. Cette petite zône, très lâche dans sa texture, est resserrée par de petites fibres, courtes, très fortes, disposées en forme de dents de peigne, qui vont de l'humeur vitrée au crystallin : c'est cette petite zône à laquelle on donne le nom de *couronne ciliaire*, à laquelle le *procès ciliaire* est attaché fortement, plutôt à l'aide d'un *gluten* ténace, que par un tissu cellulaire, comme quelques-uns le prétendent.

Pareillement le *procès ciliaire* n'est point adhérent à la capsule du crystallin ; il flotte seulement dessus.

§. MDCCCLX. On remarque dans l'œil, entre la cornée & le procès-ciliaire, une partie qu'on appelle l'*iris*, qui est un anneau membraneux, presque plan, un peu convexe cependant du côté de la cornée, soutenant la cornée comme une espece de segment de sphere percé d'un trou à son milieu

qu'on appelle *la pupille* ou *la prunelle*. La partie antérieure de l'iris eſt peinte de différentes couleurs; la poſtérieure, qu'on appelle le *dos de l'iris*, eſt couverte par le *pigmentum nigrum*.

Cet anneau eſt adhérent à la ſclérotique & à la choroïde au contour de la cornée; le trou du milieu, que nous avons nommé la pupille, ne ſe trouve pas exactement au milieu; il eſt plus près du nez.

La pupille eſt exactement ronde dans l'homme. On remarque à la partie antérieure de l'iris, qui eſt peinte de différentes couleurs, qui eſt bleue, griſe, fauve, noire, pluſieurs ſillons qui s'avancent en ſerpentant: ces ſillons ſont de deux eſpeces, les uns ſont plus grands, les autres plus petits: ils tendent tous vers le petit cercle de l'iris, ou à la prunelle. Cette ſurface eſt preſque plane dans l'homme; elle eſt peu convexe & fort unie.

La ſurface poſtérieure de l'iris eſt couverte du *pigmentum nigrum*, qui y eſt fort épais, & qui y eſt aſſez ſolide pour avoir la conſiſtance d'une pâte. Lorſqu'on lave l'iris, & qu'on emporte ce *pigmentum nigrum*, on remarque pluſieurs rayons droits, qui ſont tous convergens vers le petit anneau ou la prunelle, & qui ſont tout-à-fait différens des petits ſillons qu'on remarque à la face antérieure de l'iris, qui ſont attachés poſtérieurement à l'origine du *procès-ciliaire*, & ſe portent de-là vers la prunelle. Les plus grands des rayons dont nous venons de parler, s'amincíſſent tellement lorſqu'ils ſont parvenus à la zône de la pupille, qu'ils ne forment alors qu'une petite membrane; ils ſont cependant plus longs que ceux qu'on remarque à la ſurface oppoſée de l'iris: d'où il ſuit que la pupille eſt plus étroite en-deſſous de l'iris. Ce ſont ces fibres que pluſieurs ont regardées comme muſculaires.

Lorſque les fibres ſont parvenues à la zône qui termine la pupille, elles ſe courbent & ſe joignent avec d'autres: de la réunion de ces fibres naît une petite zône, ou un cercle dentelé & tortueux, qui n'eſt point continu ni fermé; puiſque ſouvent deux fibres voiſines & paralleles ſont ſéparées l'une de l'autre par un petit eſpace triangulaire: bien plus même, il arrive quelquefois que quelques-unes des plus groſſes fibres paroiſſent ſe porter vers la pupille en formant un petit anneau. Ce petit anneau eſt toujours diſtinct; il n'eſt jamais couvert d'aucun voile; mais il paroît former une eſpece de petite zône d'une couleur plus foncée, qui eſt preſque plus mince qu'une toile d'araignée; de ſorte que l'exiſtence des fibres orbiculaires n'eſt qu'une pure chimere.

Il ſuit de-là que les fibres muſculaires de l'iris ne ſont point encore démontrées, quoique la pupille ſe contracte, lorſqu'elle eſt irritée par les rayons de la lumiere qui la frappent: la prunelle ſe dilate dans les ténebres; mais cette dilatation eſt quelque choſe de naturel. Elle dépend de l'élaſticité des fibres longitudinales. Quant à ſa contraction, & à ſon rétréciſſement, c'eſt un effet qui paroît ſurnaturel; & comme il n'y a point de fibres circulaires dans l'étendue de la pupille, ne peut on pas dire qu'elle ſe contracte & qu'elle ſe reſſerre parceque les fibres longitudinales ſe relâchent & deviennent plus longues; ce qui fait que les dimenſions de la pupille deviennent plus petites. Il ſuit de là que l'iris eſt auſſi une membrane de l'œil diſtinguée de la choroïde, qui n'eſt point irritable, ou qui l'eſt beaucoup moins.

Il

Il y a une espece de polype que les Latins nomment *nautilus major*, qui n'a point de pupille; mais à la place de cette partie de l'œil, on remarque un trou qui se termine en canal : l'œil de cet animal ressemble donc à une espece d'ombilic ou d'oreille.

La pupille a plus d'étendue dans les enfans que dans les adultes; le diametre de la pupille dans l'adulte, excede rarement $\frac{1}{3}$ du diametre de l'iris, & même il arrive souvent que ce diametre est plus petit; au contraire, dans les enfans, le diametre de la pupille égale souvent la moitié du diametre de l'iris; & conséquemment la pupille, chez eux, est le quart de l'iris : on trouve quelquefois dans l'adulte, que la pupille n'est que $\frac{1}{5}$ de l'iris.

§. MDCCCLXI. L'épaisseur du nerf optique diminue à son passage dans la sclérotique. Cette diminution va quelquefois au delà de $\frac{2}{3}$. La paroi intérieure de ce nerf, qui est tournée du côté du nez, s'avance presqu'en ligne droite; elle s'écarte ensuite de ce chemin, & elle se porte un peu vers le centre du nerf : sa paroi extérieure abandonne plutôt la ligne droite qu'elle suivoit, & se fléchit vers le côté opposé; & en s'approchant davantage du centre de ce nerf, elle décrit une plus grande ligne, qui forme une espece d'arc. Le nerf optique, étant ainsi diminué d'épaisseur, rencontre une membrane très mince & transparente, que nous avons nommée membrane cribleuse, placée dans l'épaisseur de la sclérotique; la pie-mere se sépare alors du nerf optique, pour s'approcher de la sclérotique. Cette membrane est percée de trente petits trous, qui donnent passage, de même qu'un crible, à la substance médullaire du nerf optique, divisée en petits faisceaux, accompagnés de petites fibres cellulaires : on remarque une artere & une veine qui passent par le milieu du nerf optique, ainsi que par le centre de la membrane cribleuse. Ces vaisseaux sont connus sous le nom d'artere & de veine *centrale d'Albin*, en l'honneur de celui qui en fit la découverte.

Lorsque la partie médullaire du nerf optique a pénétré les trous de la membrane cribleuse : elle forme alors sur-le-champ une espece de bouton conique, blanc, dont le diametre est plus petit que celui du nerf optique. Dans cet endroit où la rétine prend son origine, on remarque un cercle plus transparent sur la rétine, dont l'étendue est égale à celle de la lame cribleuse : c'est dans cet endroit que tous les petits faisceaux médullaires se réunissent pour former une membrane qui s'étend uniformément, & sans plis, sur la choroïde, sur laquelle elle paroît sous la forme d'une espece de petite calotte hémisphérique. L'épaisseur de la rétine paroît égale dans toute son étendue : on doit la regarder comme une double membrane, ou comme composée de deux feuillets. Le feuillet intérieur, qui touche l'humeur vitrée, est une membrane vasculeuse plus épaisse, & qui se présente sous la forme d'une membrane dont les vaisseaux ne sont point remplis : son feuillet extérieur, qui répond à la choroïde, est médullaire, très mou, très tendre, & qui conséquemment a besoin d'être revêtu par une membrane pour qu'il puisse former une tunique solide; ainsi que le célebre *Albin* l'a très bien remarqué (1). La rétine contiguë & concentrique à la choroide, s'étend sur l'humeur vitrée, & se porte en avant; elle est flottante dans presque

(1) In eadem Annota. Lib. 3. cap. 14. p. 60.

toute ſon étendue, & elle n'eſt adhérente à aucune de ces parties, ſi ce n'eſt par l'intermede de ſes vaiſſeaux : elle ſe termine enfin à l'origine du procès-ciliaire.

L'épaiſſeur des tuniques que nous venons de décrire, & qui conſtituent le fond de l'œil, = 1, 028 ligne. Mais pour repréſenter, autant que faire ſe peut, la maniere ſelon laquelle le nerf optique pénetre dans l'œil, ſuppoſez un œil qui conſidere un objet qui ſoit à la même hauteur de l'horiſon, & directement oppoſé au point de vue. Repréſentez-vous un plan horiſontal qui paſſe par le milieu de l'iris, & un autre plan perpendiculaire qui paſſe par le milieu de la pupille, le nerf optique entre dans la partie poſtérieure du globe de l'œil, un peu au-deſſous du plan horiſontal, & preſque à la hauteur du milieu de l'eſpace intermédiaire qui ſe trouve entre le plan vertical & le nez ; de ſorte que ce nerf s'introduit dans l'œil fort obliquement. L'axe optique, qui eſt une ligne perpendiculaire ſur la cornée, & qui paſſe par le centre de l'œil, ne tombe donc point ſur l'endroit où le nerf optique pénetre la membrane cribleuſe, mais entre ce nerf & l'angle extérieur de l'œil. Le nerf optique entre encore plus obliquement dans l'œil du bœuf, de la brebis, du cochon, & de pluſieurs oiſeaux, ainſi que de pluſieurs poiſſons ; mais il entre directement dans l'œil du porc-épic & du veau marin.

La ſubſtance médullaire du nerf optique eſt fauve ou griſe, ainſi que la moëlle du cervelet dont elle fait partie : elle eſt très mince lorſqu'elle s'épanouit pour former la rétine, ſur-tout dans les enfans : elle eſt tranſparente, elle eſt poſée ſur le *pigmentum nigrum* de la membrane choroïde ; de ſorte que lorſque nous conſidérons attentivement le fond de l'œil d'un enfant, il nous paroît très noir : la rétine à la longue devient moins tendre, moins tranſparente ; & c'eſt pour cela que le fond de l'œil d'une perſonne de 20 ans nous paroît moins noir : vers la trentieme année il paroît gris, & il paroît preſque blanc dans les vieillards.

Telles ſont les tuniques de l'œil ; conſidérons maintenant les parties qui conſtituent l'intérieur de cet organe ; ſavoir, l'humeur vitrée, le cryſtallin & l'humeur aqueuſe.

§. MDCCCLXII. L'*humeur vitrée* V V remplit la plus grande cavité de l'œil, celle qui eſt placée la plus près du fond de cet organe : elle s'étend depuis l'inſertion du nerf optique juſqu'au cryſtallin & juſqu'au *procès-ciliaire*, de ſorte qu'elle forme un tout plus conſidérable que le cryſtallin & l'humeur aqueuſe : elle eſt arrondie dans toute l'étendue ſelon laquelle elle répond à la rétine ; parcequ'elle remplit exactement la cavité formée par cette tunique : cette humeur eſt une maſſe ſolide ſemblable à de la gelée, très tranſparente & ſans couleur, quoiqu'il n'en ſoit pas de même dans le fœtus. La liqueur qui réſide dans ſes vaiſſeaux & dans ſes petites cellules très minces, eſt très ſemblable à l'humeur aqueuſe ; elle eſt très fluide, quoiqu'un peu plus denſe : elle s'échappe facilement de la tunique ambiante, qui eſt très tendre, & qui forme comme une eſpece de ſuc. *Hauxbée* a obſervé que ſa vertu réfringente étoit la même que celle de l'eau ; & *Robertſon* (1) a éprouvé que ſa peſanteur ſpécifique étoit, à peu de choſes près, la même que celle de l'eau.

(1) Helsham Lectures.

Dans le même plan où le procès-ciliaire tire ſon origine de la choroïde, la tunique vitrée forme une membrane ou une zône, qui eſt, à la vérité, contiguë à la membrane vitrée, mais qui en eſt ſéparée; laquelle, étant placée entre le corps vitré & le ciliaire, s'avance en s'écartant ſenſiblement de l'humeur vitrée, s'approche de plus en plus du cryſtallin, & s'inſere à la ſurface antérieure de ſa capſule, au-delà du plus grand cercle de cette lentille; de ſorte qu'il ſe forme naturellement un petit eſpace triangulaire & curviligne entre l'humeur vitrée & cette membrane. Cette zône, depuis l'endroit où elle eſt contiguë à la tunique vitrée juſqu'à ſon inſertion au bord du cryſtallin, fournit des fibres tranſverſes plus fortes, & qui ſont plus courtes que la largeur de cette membrane : ces fibres diviſent cette zône en de petits eſpaces qui la reſſerrent de maniere que ſi on la perce & qu'on y introduiſe un chalumeau pour y injecter de l'air, on remarque alors un canal circulaire continu qui entoure le cryſtallin, formé par ces petits eſpaces qui ſe tuméfient ſous la forme d'un gaudron, qui imite aſſez bien la tuméfaction de l'inteſtin colon. On donne à ce canal, compoſé de fibres plus fortes & muſculaires, le nom de canal gaudronné de *Petit*, du nom de celui qui l'a découvert : la largeur de ce canal eſt égale à celle du corps ciliaire; il eſt plus large vers les tempes que du côté du nez : on le trouve toujours vuide & flaſque dans un œil frais; jamais le vent pouſſé dans la capſule du cryſtallin ne pénetre dans ce canal : il eſt vraiſemblable que cette membrane doit ſon origine à la tunique de l'humeur vitrée, qui eſt compoſée de deux feuillets en cet endroit, dont l'intérieur renferme l'humeur vitrée, & l'extérieur recouvre une portion du cryſtallin.

§. MDCCCLXIII. On remarque dans la partie antérieure, ou dans la partie ſupérieure de l'humeur vitrée, une eſpece de lentille connue ſous le nom de cryſtallin : cette lentille n'eſt pas exactement ronde dans l'homme, comme elle l'eſt dans les poiſſons; mais elle eſt applatie : & comme elle eſt convexe de chaque côté, de même qu'une lentille de microſcope, elle forme une cavité proportionnée dans l'humeur vitrée, qui répond à ſa partie poſtérieure; elle s'implante dans cette humeur juſqu'à la profondeur de ſon plus grand diametre : ce qui diſtingue la ſurface poſtérieure de la ſurface antérieure. Le cryſtallin eſt tellement diſpoſé dans l'œil de l'homme, que l'axe de la pupille correſpond avec le ſien : d'où il ſuit que le cryſtallin n'eſt pas exactement placé au milieu du ſegment circulaire de l'œil; mais qu'il eſt un peu plus proche du nez. Et ſi on conſidere la longueur de l'œil depuis la cornée juſqu'à la rétine, on trouvera que le cryſtallin n'eſt pas encore placé au milieu de l'œil; mais qu'il eſt plus proche de la cornée.

Le cryſtallin eſt un corps médiocrement ſolide, arrondi dans ſon contour, convexe des deux côtés, renfermé dans une tunique qui lui eſt propre : il eſt preſque ſphérique dans l'enfant qui vient de naître; mais ſes deux ſurfaces s'applatiſſent avec l'âge : ſa figure ne change preſque plus lorſqu'on a atteint l'âge de 30 ans; ſa ſurface antérieure C a C eſt moins convexe dans l'adulte que ſa ſurface poſtérieure : la premiere fait portion d'une ſphere de différens diametres qui varient dans les différens ſujets, depuis 6 juſqu'à 12 lignes. Le diametre de cette ſphere eſt plus communément de $7\frac{1}{2}$ lignes ou 8. La ſurface poſtérieure du cryſtallin eſt un ſegment de ſphere

de 5 lignes de diametre, rarement de 5 $\frac{1}{2}$ lignes. Le diametre ou la sous-tendante de son plus grand cercle, est pour l'ordinaire de 4 ou 4 $\frac{1}{2}$ lignes. L'épaisseur du cryſtallin = 1 $\frac{1}{2}$ ligne à 2 lignes; il est formé de deux segmens de sphere appliqués l'un sur l'autre, & qu'on parvient à séparer lorsqu'on l'a fait macérer.

La substance du cryſtallin est composée de plusieurs lames vasculeuses, sphériques, unies très étroitement entr'elles, telles qu'on en remarque dans un oignon: on remarque dans ces lames des fibres qui prennent leur origine vers le bord de cette lentille, & qui s'étendent vers son milieu, comme vers un centre commun. La substance extérieure du cryſtallin est plus molle; elle paroît comme étendue autour d'un noyau plus dur, dont les lames sont plus comprimées: ces lames paroissent adhérentes les unes aux autres, par le moyen de petites cellules intermédiaires qui sont remplies d'eau; ces cellules, pénétrant la tunique extérieure du cryſtallin, font que ses deux surfaces paroissent veloutées lorsqu'on les considere au microscope.

Le cryſtallin d'un enfant qui vient de naître, est d'une couleur qui tire sur le rouge; mais il perd en peu de tems sa couleur, & il devient très pur & très transparent. Il se conserve dans cet état jusqu'à l'âge de 20 ou 30 ans, où il commence alors à devenir un peu jaune; couleur qui devient plus foncée avec l'âge; mais à 80 ans il devient couleur de succin. La couleur jaune du cryſtallin commence à paroître à son centre; elle s'étend avec l'âge sur toute son étendue; de sorte qu'on remarque une substance plus molle & non jaune, qui paroît comme répandue autour d'un noyau jaune & plus dur. La dureté du cryſtallin varie aussi: il est plus tendre jusqu'à l'âge de 25 ans; il durcit jusqu'à 60. La convexité varie également: elle diminue avec l'âge, & il s'applatit, parceque la quantité d'humeur renfermée dans les cellules situées entre les lames dont nous venons de parler, diminue. Cette lentille est plus dure dans les oiseaux, les quadrupedes & les poissons.

Le cryſtallin est entierement renfermé dans une capsule particuliere, membraneuse & très transparente, dont la partie antérieure est très épaisse, très élastique, presque semblable à de la corne, dont les parties sont si tenaces, qu'elles cédent à peine sous le scalpel. La force & l'épaisseur de cette partie l'emportent de beaucoup, non seulement sur la force & l'épaisseur de la lame extérieure du cryſtallin, mais aussi sur celle de toute la tunique vitrée. La partie postérieure de cette capsule est plus mince, plus molle, & cede davantage: elle est adhérente à la tunique de l'humeur vitrée, par le moyen de plusieurs cellules qui les unissent. La couronne ciliaire, fournie par la tunique vitrée, embrasse de toutes parts la surface de la capsule intérieure, ce qui contient le cryſtallin en situation. Mais cette couronne ciliaire couvre-t-elle toute la surface antérieure de cette capsule? C'est ce qu'on n'a pas encore découvert. Il se sépare dans cette capsule une espece d'humeur aqueuse, très limpide, qui se répand circulairement autour du cryſtallin, & qu'on trouve plus abondante à sa partie antérieure. La quantité de cette liqueur n'égale qu'à peine un grain & demi; on n'en trouve qu'un demi-grain dans l'œil d'un gros chien: l'œil d'une brebis en fournit 2 grains. *Petit* dit en avoir trouvé 12 grains dans l'œil du cheval (1). Si dans un état

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1730.

de maladie, cette humeur vient à se dessécher, le cryſtallin ſe deſſeche auſſi ; il devient opaque, & la capſule s'accroît au point qu'on ne peut point la détacher, ou qu'on ne peut la détacher qu'à peine du cryſtallin.

Le cryſtallin n'eſt point flottant dans ſa capſule ; elle y eſt adhérente par des vaiſſeaux que lui fournit le *procès-ciliaire*, qui parviennent à ſa circonférence en paſſant par de petits trous qu'on remarque à ſa capſule : ces vaiſſeaux rampent ſur la partie poſtérieure du cryſtallin. On remarque outre cela l'artere centrale, qui ſe porte en avant, & qui tend directement à l'humeur vitrée : cette artere jette à la partie poſtérieure de la capſule, pluſieurs rameaux, dont pluſieurs ramifications pénetrent juſqu'à l'intérieur du cryſtallin. Cette lentille ſe trouve donc ſuſpendue dans ſa capſule, & nourrie par ces vaiſſeaux, qui ſéparent une humeur limpide, ſelon la découverte d'*Albin*.

Le cryſtallin réfracte plus fortement que l'eau les rayons de lumiere qu'il reçoit obliquement : car *Hauxbée* a remarqué que la réfraction qui formoit dans l'eau un angle de 16 degrés 50 m', formoit dans le cryſtallin d'un bœuf, un angle de 24 degrés 10 m'. *Robertſon* a trouvé que la peſanteur ſpécifique de cette lentille, comparée à celle de l'eau, étoit dans le rapport de 10 à 9.

§ MDCCCLXIV. On remarque, entre la cornée AA & l'iris II [*T.*41. *F.*12.] une cavité AAII, qu'on appelle la *chambre antérieure* de l'œil. On remarque outre cela une autre cavité IICC, ſituée entre la partie poſtérieure de l'iris & le cryſtallin CC, à laquelle on donne le nom de *chambre poſtérieure* de l'œil ; ces deux cavités communiquent entr'elles par le moyen de la pupille. L'antérieure eſt la plus grande de ces deux cavités. Sa capacité, ſelon les obſervations de *Petit* (1), = 11, 542 lign. cubiques, & la capacité de la chambre poſtérieure = 7, 554 lign. cubiq., de ſorte que la capacité de ces deux chambres priſes enſemble, = plus de 19 lign. cubiques, capacité qui peut comprendre 4, 08 grains d'humeur aqueuſe : or comme la cornée eſt beaucoup plus épaiſſe dans le fœtus que dans l'adulte, & qu'elle s'y trouve très peu éloignée de l'iris, le poids de l'humeur aqueuſe, = ſeulement 1 ou 1 $\frac{1}{2}$ grain. La ſurface interne de la cornée eſt éloignée de la ſurface du cryſtallin de 1 $\frac{1}{4}$ de lignes ; & ſi on veut comprendre l'épaiſſeur de la cornée, on trouvera que la ſurface externe de cette membrane eſt éloignée de la ſurface du cryſtallin de 1 $\frac{5}{12}$ lign. La profondeur de la chambre antérieure, ou la diſtance de la cornée à l'iris, eſt pour l'ordinaire de $\frac{2}{7}$, ou de 1 ligne ; celle de la chambre poſtérieure, ou la diſtance de l'iris au cryſtallin = $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{8}$ de ligne, de ſorte que l'iris eſt très peu éloignée du cryſtallin. Ces deux chambres ſont remplies d'une même liqueur, connue ſous le nom d'humeur aqueuſe : cette liqueur, dans l'état naturel, remplit naturellement la capacité qu'elle occupe, qu'elle pouſſe au dehors la cornée, & qu'elle preſſe le cryſtallin & le porte contre l'humeur vitrée. Cette liqueur eſt filtrée par des vaiſſeaux particuliers ; elle eſt très fluide, très limpide, ſans couleur, un peu ſalée, ſans odeur ; elle ne fait aucun dépôt, & elle s'exhale très promptement en 48 heures à travers la cornée. Le feu ne la coagule pas ; elle eſt

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1730.

continuellement absorbée & renouvellée : moins fluide & moins limpide dans les vieillards, elle blanchit; & elle devient semblable à du petit-lait dans une extrême vieillesse: elle réfracte la lumiere de la même maniere que l'eau, quoiqu'elle soit plus dense que ce dernier liquide, puisqu'elle est un peu salée.

On a trouvé que la quantité de l'humeur aqueuse, du crystallin & de l'humeur vitrée, étoit comme 1 : 1, 26, dans plusieurs yeux; & dans d'autres, comme 1 : 1, 24, de sorte que cette proportion change souvent.

CHAPITRE XXXVI.

Du passage de la lumiere par les humeurs de l'œil, & de la vision.

§. MDCCCLXV. Tous les rayons de lumiere qui tombent sur un objet, ou qui partent d'un objet éclairé & qui tombent sur le blanc de l'œil, sont réfléchis, sans pénétrer dans le globe de l'œil; mais ceux qui tombent sur la cornée, & qui nous procurent le plaisir de voir les objets qui nous environnent, souffrent dans l'œil quatre réfractions; savoir, dans la cornée, dans l'humeur aqueuse, dans le crystallin & dans l'humeur vitrée.

Voici la route que suivent les rayons qui tombent sur la cornée. Supposons un objet ABC [*T.* 42. *F.* 1.], & que les rayons BE, BD, BF partant du point B, tombent sur la cornée, conjointement avec quantité d'autres, qui se dirigent sur toute l'étendue de cette membrane; mais nous ne considérons ici que ces trois rayons, pour éviter la confusion. Le rayon BD tombant perpendiculairement sur la cornée qui est convexe & transparente, parvient directement en H, & pénetre l'humeur aqueuse, sans subir de réfraction. Le rayon BE, qui tombe obliquement sur la cornée, souffre une réfraction, qui le rapproche de la perpendiculaire, ainsi que le rayon BF; or comme la cornée est très mince, la réfraction que les rayons éprouvent en la traversant, est bien peu sensible, & peut être réputée zéro : ou on peut considérer la cornée comme faisant partie de l'humeur aqueuse, qu'elle borne; & comme cette humeur réfracte les rayons de la même maniere que de l'eau ordinaire, le sinus d'incidence sera au sinus de réfraction : : 10000 : 7485, 3, c'est-à-dire, approchant comme 4 : 3. Ce rayon, ainsi réfracté, suivra donc la route EG, en traversant l'humeur aqueuse & la pupille, & il parviendra au point G; pareillement le rayon BF suivra la route FI, & parviendra au point I : par cette réfraction, les rayons, qui dans leur incidence étoient divergens, deviendront moins divergens, ou paralleles, ou enfin convergens : s'il y en a quelques-uns qui soient tombés parallelement, ils deviendront convergens : ceux qui seront parvenus convergens, le deviendront davantage; & dans tous ces cas, il passera plusieurs rayons par le trou de la pupille.

Tout autre rayon qui ſera tombé circulairement ſur le contour de la cornée, ſe portera ſur l'iris, qu'il ne pourra traverſer, eu égard au *pigmentum nigrum* dont elle eſt enduite : ceux même qui ne peuvent point pénétrer juſqu'à l'iris, ſeront réfléchis par les fibres antérieures, & ſortiront de l'œil. C'eſt par le moyen de ces rayons réfléchis, & de ceux dont nous venons de parler, que nous voyons l'iris & les différentes couleurs dont elle eſt peinte.

§. MDCCCLXVI. Comme l'ouverture de la pupille eſt petite, & qu'elle n'a pour l'ordinaire que $1\frac{1}{4}$ ou $1\frac{1}{2}$ ligne de diametre, les rayons qui partent d'un objet, & qui ſont beaucoup divergens, ne paſſent point par cette ouverture; & en ſuppoſant même que ces rayons ſeroient réfractés dans l'œil avec ceux qui ſont divergens, ils ne viendroient pas concourir à un même point ſur la rétine; ils apporteroient de la confuſion dans la viſion.

§. MDCCCLXVII. Il en eſt de même par rapport aux rayons qui partent des points C & A de l'objet, ainſi que par rapport à tous les rayons intermédiaires.

§. MDCCCLXVIII. Si l'objet ΠΣ eſt fort près de l'œil, les rayons qui partiront de ces extrêmités ΠK, Σm, entreront fort obliquement dans l'œil, & après avoir traverſé la prunelle, ils tomberont ſur le *pigmentum nigrum*, ſitué entre l'iris & l'humeur vitrée; ils aboutiront aux points K & m, où ils ſeront amortis, comme inutiles pour la viſion, puiſqu'ils ne pourroient être réfractés, de maniere qu'ils vinſſent concourir au même point ſur la rétine.

§. MDCCCLXIX. Plus la cornée eſt plate, moins les rayons qui tombent deſſus ſont réfractés; il y en a auſſi un moindre nombre qui ſont dirigés vers la pupille, & qui la traverſent. Ceux qui paſſent par cette ouverture ſont moins réfractés; par conſéquent ces rayons, en pénétrant les autres humeurs de l'œil, doivent être moins bien déterminés à ſe porter ſur des points diſtincts de la rétine.

Comme les yeux des vieillards ſe flétriſſent, ils s'applatiſſent, & ſur-tout la cornée : les vieillards ne peuvent donc pas voir auſſi clairement, auſſi diſtinctement, ni des objets auſſi grands que ceux que les jeunes gens diſtinguent : au contraire, plus la cornée eſt convexe, & plus les rayons de lumiere qui la pénetrent ſont réfractés. Chaque point de l'objet porte donc un plus grand nombre de rayons vers la prunelle : telle eſt ordinairement la cornée des myopes, qui voient pour cette raiſon les objets plus diſtinctement; mais ſeulement ceux qui ſont proches, & dont les rayons étant fort divergens, doivent être fort rompus, pour pouvoir ſe réunir ſur la rétine.

§. MDCCCLXX. Plus la prunelle eſt ample (& ſes dimenſions peuvent devenir doubles dans les ténebres), plus elle tranſmet de rayons réfléchis par un même point de l'objet : moins elle eſt ample, moins elle en tranſmet. Or la prunelle peut ſe dilater & ſe reſſerrer : ce qui eſt abſolument néceſſaire; puiſque, pour voir les objets bien clairement & bien diſtinctement, il faut un certain nombre de rayons, qui n'agiſſent ni trop fortement, ni trop foiblement ſur la rétine : c'eſt auſſi pour cela que nous modifions la lumiere qui pénetre dans nos yeux, en dilatant, ou en contractant la prunelle. L'ame ne s'apperçoit point, & ne connoît aucunement cette dilata-

tion, ni cette conſtriction de la prunelle ; par conſéquent on ne peut pas dire que ces ſortes de mouvemens dépendent de notre volonté : & autant qu'on en peut juger par les obſervations anatomiques qu'on a faites juſqu'à préſent, on n'eſt point sûr de l'exiſtence des fibres longitudinales & circulaires qu'on attribuoit autrefois à l'iris. La prunelle eſt naturellement dilatée, ainſi qu'on le remarque le matin quand on ſe leve. Si on ouvre les yeux d'une perſonne qui dort, on remarque que ſes prunelles ſont très grandes & très dilatées ; telles qu'elles ſont ordinairement lorſqu'on ſe trouve dans les ténebres : elles ſe contractent au contraire, & leur ouverture diminue lorſqu'on eſt expoſé à une lumiere vive, au grand jour. Peut-on dire que cet effet vient de ce que la lumiere irrite les fibres de l'iris ? ou plutôt de ce que la lumiere irrite la rétine, & par ce moyen l'iris ; puiſque la rétine eſt plus irritable que l'iris (1). Les fibres de l'iris deviennent-elles plus longues lorſqu'elles ſont irritées ? Et ſont-elles alors miſes dans un état contre nature, dans lequel elles ne peuvent perſévérer longtems ſans être fatiguées, & éprouver de la douleur ? Cette cauſe eſt certainement une des plus inconnues ; puiſque cet effet ne dépend point de l'action muſculaire : car s'il en étoit ainſi, les fibres longitudinales deviendroient plus grandes que les fibres orbiculaires, & elles ſeroient en plus grand nombre ; de ſorte qu'une lumiere plus vive dilateroit davantage la pupille, & que ſon amplitude diminueroit lorſque la lumiere s'affoibliroit : ce qui eſt contraire à l'expérience.

¶ La conſtruction de la pupille dans les enfans, va à une ligne $\frac{2}{3}$, & dans les adultes, à une ligne $\frac{1}{9}$ de diametre ; & comme le plus grand diametre de cette partie $=2\frac{1}{2}$ ligne : ſes différentes amplitudes dans les enfans ſont dans le rapport de 4 à 9.

§. MDCCCLXXI. Les rayons qui ne traverſent point la prunelle fort obliquement, tombent enſuite ſur le cryſtallin R S, qui eſt plus denſe que l'humeur aqueuſe ; quoique le rayon D H tombe perpendiculairement ſur cette lentille, & qu'il parvienne juſqu'en M ſans ſubir de réfraction, les autres rayons qui tombent obliquement ſur ce globe, ſont réfractés vers la perpendiculaire ſelon la même proportion que les rayons de lumiere qui paſſent obliquement de l'air dans le verre. Le D. *Jurin* croit que le ſinus d'incidence eſt au ſinus de réfraction, dans le rapport de 13 à 12. *Hauxbée* ayant conſidéré le cryſtallin d'un bœuf, penſe que ce rapport eſt plus grand, & qu'il eſt égal à celui de 11 à 10, 02126. *Pemberton* a trouvé par expérience, qu'il étoit un peu plus petit : ce qui n'a pas empêché que *Portefield* crût que le ſinus de l'angle d'incidence des rayons qui paſſent de l'humeur vitrée à travers le cryſtallin fût au ſinus de réfraction, comme 87 : 85 ; de ſorte qu'il paroît qu'on ne connoît point encore exactement ce rapport dans le cryſtallin de l'homme. Cette nouvelle réfraction qu'éprouvent les rayons de la lumiere, les rend encore moins divergens ; ils deviennent même paralleles ou convergens : c'eſt ainſi que le rayon E G ſe dirige ſelon G L, & que le rayon F I ſe porte en I N.

§. MDCCCLXXII. Plus la ſurface antérieure du cryſtallin G H I eſt convexe, plus il eſt denſe, plus les rayons ſont réfractés : au contraire plus il eſt

(1) Commentar. Gotting. Vol. 2. p. 133.

plan

plan, plus sa substance est rare; & moins la réfraction est sensible : le cristallin des myopes est très réfringent; c'est ce qui fait qu'ils ne peuvent voir que les objets qui sont très près de leur œil, & qui envoient des rayons très divergens : au contraire, la plûpart des vieillards voient de plus loin les objets dont les rayons sont presque paralleles, qui doivent être peu réfractés, & pour la réfraction desquels un crystallin plus applati suffit; car il est plus solide dans ces sortes de personnes.

§. MDCCCLXXIII. C'est de cette maniere que les rayons parviennent jusqu'à l'humeur vitrée, qui a un peu moins de consistance que le crystallin. Le rayon H M, tombant perpendiculairement sur le point M, passe directement jusqu'en O, sans se réfracter; & comme ce rayon traverse les trois humeurs de l'œil sans subir aucune réfraction, on lui donne le nom d'*axe optique* : mais le rayon G L, qui sort obliquement du crystallin au point L, se réfracte en s'éloignant de la perpendiculaire, & se porte selon la direction L O. Et, suivant le D. *Jurin*, le sinus de son angle d'incidence est au sinus de son angle de réfraction : : 12 : 13; ou, selon *Hauxbée*, : : 10, 02126 : 11; ou, selon *Porterfield*, : : 85 : 87. Pareillement le rayon I N suit la direction N O : ce qui fait que, dans cette réfraction, ces rayons deviennent plus convergens; & plus la surface postérieure du crystallin sera convexe, plus ces rayons seront réfractés, & deviendront convergens : au contraire, plus cette surface sera applatie, & moins ils deviendront convergens. C'est ainsi que se réunissent au point O de la rétine les rayons qui sont réfléchis du point B de l'objet : les autres rayons qui partent des points A & C du même objet, se rassemblent aussi de la même maniere aux points Y & X de la même membrane.

§. MDCCCLXXIV. En supposant l'œil de l'homme bien constitué, les rayons qui tombent parallelement dessus, concourent en un même point sur la rétine, après avoir été réfractés en traversant les trois humeurs de l'œil. Si les rayons qui tombent sur l'œil sont un peu divergens, ils concourent aussi sur la rétine, sans que la différence de leur point de réunion paroisse sensiblement; mais si ces rayons sont trop divergens, leur concours se fera au-delà de la rétine, & ils occuperont un certain espace dans l'endroit où ils se porteront. Enfin si les rayons qui parviennent à l'œil sont convergens, ils se réuniront avant de parvenir à la rétine. Pour bien concevoir ce méchanisme, il faut se représenter à l'esprit les différentes aberrations des rayons qui passent à travers des lentilles de verre; car on peut considérer le crystallin comme une espece de lentille : & conséquemment les rayons qui traversent le crystallin doivent avoir un foyer d'une certaine étendue, toute petite qu'elle soit. Or c'est précisément pour que l'étendue de ce foyer soit très petite, que l'ouverture de la pupille est si petite dans l'homme.

§. MDCCCLXXV. Il suit de ce que nous venons de dire, que l'image de l'objet A B C se peindra sur la rétine en X O Y; mais dans une situation renversée, de la même maniere que les objets extérieurs se peignent sur un plan blanchi, qu'on oppose dans une chambre noire au trou fait au volet de la fenêtre, l'image de ces objets se verra alors distinctement : mais on la rendra plus distincte si on adapte un verre convexe au trou dont nous venons de parler. Or il faut regarder le crystallin de l'œil comme ce verre convexe, &

l'œil comme la chambre obscure. Les rayons qui partent des extrêmités de l'objet, & qui vont en peindre l'image en X O Y, se croisent en un point quelconque déterminé par les §. 1776, 1777. Ce point doit être considéré comme le sommet d'un cône, dont la base est l'image peinte sur la rétine, & l'objet forme la base de l'autre cône : ce qui fait que l'image peinte dans l'œil est parfaitement semblable à la figure de l'objet.

§. MDCCCLXXVI. Si l'œil étoit dépourvu de crystallin, comme il arrive lorsqu'il est hors de sa place, ou qu'il fût coupé, comme cela peut se faire dans les endroits d'où on a voulu abattre des cataractes, alors les rayons de lumiere n'ayant à traverser que l'humeur aqueuse & l'humeur vitrée, ne seroient point assez réfractés : & dans ce cas, l'œil ne pourroit distinguer & lire qu'à l'aide d'une forte loupe, qui feroit l'office du crystallin. *Morasch* (1) assure que le crystallin se fondit & disparut totalement dans l'œil d'un homme qu'on avoit guéri d'une cataracte depuis environ 4 ans.

§. MDCCCLXXVII. Toute la lumiere qui tombe sur la cornée & sur le crystallin, ne se répand pas entierement dans l'œil, & ne pénetre pas jusqu'à la rétine ; mais une partie est réfléchie par la cornée & par le crystallin : il est même vraisemblable que la lumiere réfléchie est à celle qui est transmise, comme 1 : 10 (2) Il paroît que la cornée renvoie beaucoup de lumiere ; puisque si on regarde de près les yeux d'une autre personne, on se voit peint en mignature dans sa pupille : or cette image provient des rayons que la cornée réfléchit, qui fait alors l'office d'un miroir convexe ; & toute la lumiere qui est ainsi réfléchie, ne pénetre point l'intérieur de l'œil.

§. MDCCCLXXVIII. Puisque la rétine est composée de deux membranes, l'une intérieure qui reçoit l'humeur vitrée, & qui est membraneuse & vasculeuse ; l'autre extérieure, qui est médullaire : ce qui est contre le sentiment de tous les Physiciens, ne peut on pas dire que la partie membraneuse de la rétine, qui reçoit les rayons de lumiere qui viennent des différens objets dont ils peignent la figure sur cette membrane, ne peut on pas dire que cette partie membraneuse défend les fibres médullaires, qui sont si délicates, les empêche de vaciller, & d'être si promptement brûlées, ou détruites ?

Ne peut-on pas dire aussi que ces fibres médullaires, appliquées contre la partie membraneuse sur laquelle les images des objets viennent se peindre, sont suffisamment affectées, pour que cette impression, ou ce mouvement, soit porté, par le ministere des nerfs, jusqu'au *sensorium commune*, où ce mouvement, se communiquant à l'ame, excite en elle l'idée des objets extérieurs ; espece d'idée que nous nommons *voir* ? Mais comment les extrêmités des fibres nerveuses de l'œil sont-elles affectées ? Est-il nécessaire ou non que dans toute sensation, les extrêmités des nerfs soient affectées ? Une simple affection excitée dans toute partie quelconque d'un nerf, ne suffit-elle pas ?

§. MDCCCLXXIX. Les différentes idées produites dans l'ame, par l'organe de la vue, répondent tellement aux impressions excitées dans les nerfs

(1) Ephemerid. Nat. Curios. Centur. 10. Obs. 55. p. 350. (2) Jurin Upon Distinct. Vision. §. 237.

de l'œil, que chaque fois que ces mêmes impressions reviennent dans un œil bien constitué, chaque fois l'ame se forme la même idée, & voit les mêmes objets, & qu'au contraire elle en apperçoit d'autres lorsque ces impressions sont différentes.

Il n'y a rien de commun à l'idée & à l'impression faite sur le nerf qui l'excite ; par conséquent il ne doit rien avoir de commun entre l'objet & sa perception. La vision ne nous apprend donc rien par elle-même ; puisque l'ame ne distingue pas les mouvemens excités dans les fibrilles nerveuses, ni la constitution des objets. Mais puisque chaque fois que la même impression se renouvelle dans l'organe, la même idée renaît dans l'ame ; il s'ensuit que c'est une habitude acquise de se former une même idée dans ces mêmes circonstances ; de sorte qu'il paroît que l'impression faite dans l'organe & l'idée qui s'ensuit, sont deux choses intimément unies entr'elles, & qui deviennent inséparables.

§. MDCCCLXXX. L'image des objets extérieurs se peint distinctement sur une petite portion de la rétine autour de l'axe optique ; & elle ne se peint que confusément sur les endroits qui sont plus éloignés de cet axe : c'est pour cette raison que nous ne pouvons voir distinctement, & d'un seul coup-d'œil, qu'une très petite portion d'un grand objet qui est près de notre œil, & que nous ne voyons que confusément les autres parties de cet objet.

§. MDCCCLXXXI. Si l'objet se trouve à une telle distance de l'œil, que les rayons qui partent de tous ses points se réunissent par réfraction en autant de points sur la rétine, & qu'on voie distinctement cet objet ; alors le crystallin demeurera en sa place. Mais si on approche trop près de l'œil ce même objet, les rayons qui partent de ses différens points, étant trop divergens, & étant réfractés comme précédemment, en traversant les trois humeurs de l'œil, ne se réuniront pas en un point sur la rétine ; mais au-delà de cette membrane, ils formeront alors une espece de tache, & ils ne peindront point distinctement sur la rétine l'image de cet objet : or l'ame fait un effort continuel pour voir distinctement cette image. Ne peut-on donc pas dire que le procès ciliaire, ainsi que la membrane antérieure de la capsule du crystallin, se relâchent, & que l'humeur vitrée, pressée par les tuniques de l'œil, se porte en avant, pousse devant elle le crystallin, qui s'éloigne alors de la rétine ; que le crystallin pousse devant lui l'humeur aqueuse, & la presse contre la cornée ; laquelle, cédant à cet effort, devient plus convexe : cela posé, les rayons de lumiere tombant alors sur l'œil, qui est plus convexe, se réfractent davantage ; peut être le crystallin devient-il lui même plus convexe dans cette circonstance ; mais nous en parlerons ci-dessous. Or en supposant ce méchanisme, trois causes concourent alors à rendre l'image de l'objet distincte sur la rétine, & à favoriser la vision.

§. MDCCCLXXXII. Mais si l'objet est trop éloigné de l'œil, qui soit tellement constitué, que les rayons peu divergens qui tombent dessus soient réfractés de maniere à se réunir avant de parvenir à la rétine, ne peut-on pas dire que le *procès ciliaire*, ainsi que la membrane antérieure de la capsule, se tendent davantage ; que par cette tension elles pressent le crystallin, & l'obligent à se porter plus profondément dans l'humeur vitrée, ce

qui le rapproche de la rétine : la compression qu'il éprouve alors, l'applatit un peu : il réfracte donc moins les rayons qu'il reçoit, & il fait qu'ils concourent en un point plus éloigné, & qu'ils peuvent, par ce moyen, peindre distinctement sur la rétine l'image de l'objet qui les renvoie. On croyoit à la vérité autrefois que le *procès ciliaire* pouvoit éloigner ou rapprocher le crystallin de la rétine ; mais comme on a découvert que ce *procès* n'étoit point musculeux, & qu'il est séparé du crystallin, on a rejetté cette opinion. Quelque chose qui arrive, en telle circonstance, l'ame ne perçoit aucunement la contraction ou la relaxation des parties de l'œil : elle n'est aucunement instruite de ses opérations : mais ne pourroit-on pas dire que l'image confuse & mal terminée de l'objet, seroit la cause de la contraction ou du relâchement de la zône ciliaire & de la membrane de la capsule, & que l'un ou l'autre de ces deux effets auroit lieu dans l'œil jusqu'à ce que l'objet y fût assez bien peint pour que l'ame pût s'en former une idée ?

§. MDCCCLXXXIII. La zône ciliaire, ainsi que la membrane capsulaire, ne peuvent pousser le crystallin dans l'humeur vitrée que d'une quantité égale à la moitié de son épaisseur, c'est-à-dire, de $\frac{1}{4}$ de lign. Or une telle approximation vers la rétine, ne peut pas nous faire voir aussi distinctement les petits objets, lorsqu'ils sont placés à 6 pouces, à 14 pieds & à 5 pouces de distance de l'œil ; parceque calcul fait, il faudroit que nous pussions éloigner ou rapprocher le crystallin de 0, 87 pouces, & alors toute la cavité de l'humeur vitrée, dans laquelle le crystallin est logé, seroit applatie. La moitié de l'épaisseur de la partie postérieure du crystallin, est au plus d'une ligne ; par conséquent un tel mouvement ne suffit pas pour nous procurer une vision distincte ; mais il faut de toute nécessité que la convexité du crystallin varie, qu'elle change en plus & en moins ; que sa convexité antérieure devienne plus grande pour les objets qui sont proches de l'œil, & que sa surface postérieure s'applatisse de façon que le rayon de sa surface antérieure, qui est pour l'ordinaire = 3, 308 lign. devienne = 2 lignes, & que le rayon postérieur, qui ordinairement = 2, 5056 lign. devienne = 3 lignes, & même davantage. Le changement de figure de la part du crystallin, est donc indispensablement nécessaire, ainsi que *Pemberton* (1) l'a très bien démontré ; parceque nous avons coutume de voir les objets par des rayons divergens, & que lorsque nous les considérons à l'aide d'un microscope, nous les voyons par des rayons paralleles, ou même convergens.

§. MDCCCLXXXIV. La membrane antérieure du chaton du crystallin, qui est une membrane très dure, élastique & musculeuse, ainsi que le *procès ciliaire*, compriment-ils assez fortement le crystallin contre l'humeur vitrée, sur laquelle il s'appuie, & qui lui résiste, pour qu'il devienne plus plan, par l'expulsion de la liqueur continue dans ses vesicules ; ou se peut il, comme l'humeur aqueuse est incompressible, que le limbe de la capsule étant pressé, se porte dans le canal de *Petit*, qui est vuide ou dilatable, de sorte que la liqueur comprimée se retire dans cette capacité, quoiqu'elle n'influe pas directement sur ce canal ?

La membrane de la capsule venant à se relâcher, l'élasticité des lames

(1) In Differt. Inaugur. de Facult. Oculi. ann. 1719.

conſtituantes du cryſtallin ſuffit-elle pour rétablir cette lentille ſous ſes premieres dimenſions, pour développer & étendre la capſule, afin que l'humeur puiſſe ſe faire jour, couler & ſe jetter entre les membranes, & rendre le cryſtallin plus arrondi, & enfin pour rétablir la cavité du canal de *Petit?*

Il eſt bien plus probable que le changement de figure du cryſtallin doit être attribué à l'action de la membrane antérieure de la capſule, qu'à celle du procès ciliaire, qui eſt détaché du cryſtallin, qui flotte ſur ſon contour, & qui eſt diſpoſé ſi obliquement, par rapport à ce globe, qu'il ne peut point agir directement contre lui.

§. MDCCCLXXXV. Ne peut-on pas dire auſſi qu'il ſe fait un changement dans toute la figure de l'œil; qu'il devient tantôt plus long & elliptique, tantôt plus court & ſphérique; que ce changement provient de l'action des muſcles, qui ſont placés dans la cavité oſſeuſe de l'orbite, autour du globe de l'œil, qu'ils font mouvoir, & que ce changement de figure dépend de leur contraction ou de leur relâchement?

Cette raiſon eſt dépourvue de vraiſemblance, parceque la ſclérotique eſt une membrane très dure & très épaiſſe, & que les muſcles de l'œil ſont ſitués ſur des parties graiſſeuſes & molles; que ces muſcles eux-mêmes ſont mous, & qu'ils ne peuvent, par leur contraction, apporter aucun changement à la figure de l'œil, qui eſt dur, rond, & rempli: outre cela, l'action des muſcles qui agiroient intérieurement, ſe porteroit ſur les parties graiſſeuſes qui ſont ſituées à la partie poſtérieure de l'œil: ces parties graiſſeuſes, par leur réſiſtance, applatiroient la ſurface poſtérieure de ce globe, & le rendroient plus petit, tandis que les muſcles qui l'entourent l'allongeroient par leur tuméfaction; & le changement produit par une de ces cauſes, ſeroit détruit par l'autre. D'ailleurs, la différence qu'on remarque dans le nombre & dans la ſituation des muſcles des yeux des différens animaux, dans qui la viſion s'opere de la même maniere que dans l'homme, eſt une preuve ſolide que le changement qui arrive à l'œil, ne dépend point des muſcles. En effet, la ſclérotique a coutume d'être plus dure dans les animaux. *Ruyſch* (1) a obſervé qu'elle étoit très épaiſſe & cartilagineuſe dans la baleine: elle eſt oſſeuſe dans pluſieurs autres animaux, tels que le thon (2), le hibou (3), l'autruche (4), & dans pluſieurs oiſeaux, tant parmi ceux qui volent dans l'air, que dans ceux qu'on appelle aquatiques; & conſéquemment la figure de l'œil, entouré de graiſſe, ne peut point être changée par les muſcles ambians. Or comme les yeux de ces différens animaux ſont deſtinés au même ſervice que ceux de l'homme, quoique la ſclérotique ſoit moins dure dans les yeux de ceux-là, ce n'eſt pas une raiſon pour croire que le changement qui arrive à l'œil, dépende de l'action des muſcles, puiſque ce même changement ne peut pas dépendre de la même cauſe par rapport aux autres animaux.

La cornée cependant eſt plus tendre que la ſclérotique dans les yeux de

(1) Theſaur. Anatom. 2. Tom. 1.
(2) Santorini Obſerv. Anatom. Cap. 4. §. 2.
(3) Perrault, Mém. adopt. Zinn. in Comment. Gotting. Vol. IV. pag. 247.
(4) Philoſ. Tranſ. n. 413.

tous les animaux. Cette cornée ne pourroit elle donc pas devenir plus convexe, lorsque l'iris & le procès ciliaire, qui sont adaptés au contour de la cornée, viendroient à se contracter, & qu'ils pousseroient en avant l'humeur aqueuse, & ne pourroit-elle pas reprendre sa premiere figure ou s'applatir, lorsque ces parties se relâcheroient? Cette idée n'est pas tout à-fait dépourvue de vraisemblance.

Quoi qu'il en soit, la vision dépend des trois humeurs de l'œil; car elle cesse d'être distincte lorsqu'une seule de ces humeurs manque: c'est ce qu'on remarque lorsque l'humeur aqueuse s'échappe de l'œil, par une blessure faite à cette partie. On remarque la même chose lorsque le crystallin est emporté, coupé ou hors de sa place, ainsi qu'il arrive souvent à ceux qui ont souffert l'opération de la cataracte; ils ne voient plus distinctement les objets, qu'à l'aide d'une loupe, qui grossit considérablement. Dans ces différentes circonstances, les muscles extérieurs de l'œil demeurent dans leur entier; pourquoi l'allongement ou l'applatissement qu'on veut qu'ils procurent à l'œil, ne produit-il donc pas le même effet qu'un verre de lunette?

§. MDCCCLXXXVI. Quelques changemens qui surviennent à l'œil, ils se font avec une vîtesse inexprimable, puisque nous voyons distinctement de petits objets à la distance de 6 pouces, & que dans un instant trop court pour que nous puissions le déterminer, nous voyons des objets aussi petits à la distance de 14 pieds, ou à toute autre distance intermédiaire; ce qui ne peut se faire sans qu'il arrive quelque changement dans l'œil.

§. MDCCCLXXXVII. Tout changement qui arrive à l'œil, soit qu'il se fasse dans les dimensions de la pupille, qui augmentent ou qui diminuent, soit que ce changement concerne la figure du crystallin, soit sa distance plus ou moins grande de la rétine, tout changement, dis-je, quelconque, est resserré dans des bornes plus ou moins étroites, & conséquemment est plus grand ou plus petit, suivant la différence des yeux. Les bornes de ce changement dépendent en partie de la structure de l'œil, de sa flexibilité, de l'âge; car dans la vieillesse, toutes les fibres se roidissent, elles se contractent, elles agissent & elles se meuvent plus ou moins promptement. Ces bornes dépendent aussi de l'exercice qu'on a coutume de faire; car ceux qui ont coutume de considérer de très petits objets, & qui les voient habituellement de très près, tels que les Graveurs, les Peintres, les Horlogers, les Gens de Lettres, &c. les yeux de ces sortes de gens se contractent: ils deviennent myopes, & ils ne peuvent plus distinguer les objets éloignés: au contraire, ceux qui ont habitude de considérer des objets éloignés, tels que les navigateurs, les sentinelles, les chasseurs, &c. ces gens-là ont coutume de tenir leurs procès ciliaires relâchés: aussi distinguent-ils difficilement & rarement les petits objets qui sont près. Il faut donc s'accoutumer habituellement à regarder de petits objets de fort près, & de grands objets, fort éloignés; c'est le conseil de *Ramazzini* (1). On conçoit, par ce que nous venons de dire, pourquoi tous les hommes en particulier ne voient point, aussi distinctement les uns que les autres, les objets qui sont près de l'œil,

(1) Ramazzini de Morbis Artificum, Cap. 26.

& ceux qui en ſont éloignés. Il arrive encore quelquefois que les deux yeux dans le même homme, ne ſont pas auſſi parfaits & auſſi mobiles l'un que l'autre.

§. MDCCCLXXXVIII. L'image des objets extérieurs ſe peint renverſée ſur la rétine ; car leurs parties ſupérieures tombent ſur les parties inférieures de cette membrane, & leurs parties inférieures tombent ſur les parties ſupérieures. Il en eſt de même de celles de l'objet, qui ſont à la droite de l'axe optique, elles viennent ſe peindre à gauche, tandis que celles qui ſont à la gauche, viennent ſe peindre à la droite de la rétine. Pourquoi donc l'ame voit-elle les objets renverſés, dans leur ſituation naturelle ? Cet effet viendroit il de ce que l'ame rapporteroit la partie de l'objet qu'elle apperçoit directement, à l'extrêmité du rayon qui vient en tracer l'image ſur la rétine, après avoir traverſé les différentes humeurs de l'œil ? Et conſéquemment à ce principe, nous devons rapporter en haut les parties des objets qui ſont peintes vers la partie inférieure de la rétine : nous devons voir en bas celles dont l'image eſt tracée vers la partie ſupérieure de la rétine. Enfin nous devons rapporter extérieurement à droite, celles qui ſont ſituées à la gauche de la rétine ; & au contraire, à gauche, celles qui occupent le côté droit de la même membrane.

§. MDCCCLXXXIX. *Voir* eſt une opération que nous n'apportons point avec nous, lorſque nous venons au monde ; mais nous acquérons la faculté de la faire, par l'exercice, l'uſage & l'art. Les enfans ne diſtinguent qu'à la longue, & avec peine, les objets qui frappent leurs yeux ; ils n'acquerent cette faculté de les voir qu'inſenſiblement & par degrés, en touchant ces objets, en les goûtant, en les mordant, en les pouſſant, &c. & ils ne connoiſſoient point encore, par la vue, ceux qu'ils ont appris à connoître par le tact, ainſi qu'on peut le remarquer par l'exemple de ceux à qui on a abattu des cataractes lorſqu'ils étoient déja avancés en âge, ils ne diſtinguent d'abord rien à la vue, & ils n'apprennent qu'à la longue & par l'exercice, à faire uſage de cet organe. Il en eſt de même de ceux qui n'ont jamais obſervé d'objet à l'aide d'un microſcope ou d'un téleſcope, quoiqu'adultes & quelques ſavans & ſpirituels qu'on les ſuppoſe, ils ne voient point d'abord, & ils ne diſtinguent point les objets qui ſe préſentent à ces ſortes d'inſtrumens ; ils ne commencent à les voir qu'au bout de quelque tems : ils ſe ſervent plus favorablement le lendemain de ces inſtrumens, & plus ils s'exercent à en faire uſage, & plus ils acquerent la facilité de s'en ſervir & de découvrir un plus grand nombre d'objets ; ce que j'ai obſervé pluſieurs fois dans mes Auditeurs. Que les Peintres voient de belles choſes dans les ombres & dans les éminences, que ne ſavent pas diſtinguer ceux qui ne ſont point verſés dans leur Art ! On obſerve la même choſe par rapport aux autres ſens. Celui qui n'auroit vécu pendant toute ſa vie que de pommes de terre, de pain de ſeigle, &c. ne diſtingueroit pas d'abord la ſaveur des viandes & des autres mets : celui qui n'a jamais bu de vin, ne ſauroit pas juger de la ſupériorité d'un vin ſur un autre ; il ne ſauroit pas ſentir la différence qu'il y auroit entre différens vins qu'on lui donneroit à goûter : il n'y a qu'un palais accoutumé à ſavourer d'excellens vins, qui ſoit à portée d'aſſeoir un bon jugement ſur cette matiere. Pareillement une oreille mal

organiſée & dure, ne ſaiſit point l'harmonie des ſons & la mélodie du chant; ce que ſaiſit très bien une perſonne qui a appris la muſique, & qui a acquis du goût pour cet Art. On ne voit que ceux qui ont ſouvent ſenti des parfums, & qui les ont ſentis avec attention, qui diſtinguent parfaitement les odeurs; de même que nous découvrons par le tact quelle eſt la partie ſupérieure & inférieure d'un objet : de même en voyant & en comparant les mêmes objets, nous jugeons de la ſimilitude de leur ſituation, droite ou renverſée; & nous ne nous départiſſons plus de notre jugement lorſqu'il eſt fondé ſur des obſervations pluſieurs fois répétées.

§. MDCCCXC. Soient les deux axes optiques A C E, A D G [*Tab.* 42. *fig.* 2.] des deux yeux d'un homme quelconque, qui paſſent par le centre de la cornée & par celui du cryſtallin, pour tomber en E & en G ſur la rétine : dans cette ſuppoſition, les fibrilles nerveuſes ſont tellement diſpoſées, que ſi l'image de l'objet tombe dans les deux yeux L I, K M, ſur les points E & G des axes optiques, l'ame ne verra alors qu'un ſeul objet. Ce ſera encore la même choſe ſi l'image de l'objet, tombant dans l'œil L, entre l'axe optique G E & le nez, l'autre image tombe dans l'autre œil K ſur la même partie correſpondante à même diſtance de l'axe optique D G.

§. MDCCCXCI. On obſerve encore la même choſe lorſque l'image d'un objet vient ſe peindre dans un œil L entre l'axe C E & le point L, & que dans l'autre œil K, cette image ſe porte entre l'axe D G & la partie adjacente au nez.

Par conſéquent ſi les axes optiques de deux yeux ſont exprimés par les lignes A E, A G, & que du centre E & du rayon E P, on décrive dans l'œil gauche un petit cercle, & que du centre G & d'un rayon G O = E P, on décrive un petit cercle dans l'autre œil; alors les images qui viendront ſe peindre dans les mêmes parties de ces cercles, ou dans leurs parties oppoſées, ne repréſenteront à l'ame qu'une ſeule image.

§. MDCCCXCII. Mais ſi l'image d'un ſeul objet ne ſe peint point dans l'un & dans l'autre œil L I, K M, ſur les parties que nous venons d'indiquer, l'objet paroîtra double. On obſerve ce phénomene lorſqu'on enviſage d'abord un objet des deux yeux, & qu'on en pouſſe enſuite un, le droit ou le gauche, en-haut ou en-bas, à droite ou à gauche, en le comprimant; car alors l'objet paroît d'abord double, & en un autre endroit, ſuivant la maniere dont l'œil eſt comprimé. On obſerve encore la même choſe dans le ſpaſme, ou dans la paralyſie des muſcles de l'un ou de l'autre des yeux (1). Les moribonds (2) obſervent auſſi ce phénomene, ainſi que ceux qui ont mangé de la racine de juſquiame (3); & que ceux qui ont bu une trop grande quantité de vin, ou d'eſprit de vin. Je me ſouviens d'avoir eu les muſcles de l'œil gauche paralyſés; ce qui me rendit cet œil immobile, tandis que mon œil droit étoit en très bon état : je voyois alors tous les objets doubles, & ils me paroiſſoient plus petits lorſque je les regardois avec l'œil gauche; ce qui pouvoit venir de l'applatiſſement de la cornée, ou du cryſtallin. Les idées

(1) Willis de Anim. Brut. Cap. 15. Plateri Obſerv. Lib. 1. pag. 132.
(2) Bartholini Acta Hafnienſ. Vol. 2. pag. 198.
(3) Hiſt. de l'Acad. Ann. 1737.

occaſionnées

occasionnées par l'organe de la vue, dépendent donc de la constitution actuelle de cet organe.

§. MDCCCXCIII. Supposons deux objets A & B [*Tab.* 42. *fig.* 2.], posés à quelque distance au-delà des yeux, si les axes optiques sont dirigés sur l'objet B, l'objet A paroît double; parceque l'image qui se peint dans chaque œil, tombe sur la partie extérieure de l'axe optique. Si on dirige ensuite les axes optiques sur l'objet A, l'objet B paroîtra aussi double; parceque les deux images tomberont sur la rétine entre les axes optiques & le nez: ou soient deux chandelles C, D [*Tab.* 42, *fig.* 3.], éloignées de 3 pieds du plan E F G H, percé à son milieu d'un trou K. Supposons que les deux yeux soient placés en A & en B; que l'œil A ne puisse point voir la chandelle C, ainsi que l'œil B, la chandelle D: dès qu'on voudra voir les deux chandelles, le trou K paroîtra alors double. Mais si on augmente les dimensions de ce trou, les deux chandelles ne formeront plus que l'image d'une seule, qui se fera remarquer au trou K, auquel les axes optiques sont alors dirigés & se réunissent, & l'ame ne verra qu'une seule chandelle.

§. MDCCCXCIV. Lorsque nous voulons considérer un objet, nous dirigeons naturellement nos deux yeux sur cet objet, & son image vient alors se peindre au fond de nos deux yeux: nous sommes tellement accoutumés à rendre les mouvemens de nos yeux simultanés, que lorsque nous faisons mouvoir un de nos yeux, nous ne pouvons point tenir l'autre en repos. On remarque la même chose dans plusieurs animaux; tels que le bœuf, le cheval, le chien, la brebis, &c, quoiqu'il y en ait quantité d'autres, tels que les poissons, les oiseaux, les lievres, &c, qui peuvent faire prendre à leurs yeux différentes directions, & qui peuvent voir en même-tems & regarder différens objets opposés: ce qui fait que la vision ne s'opere pas exactement de la même maniere dans tous les animaux. Lorsque le même objet agit sur les deux yeux, l'ame en est plus fortement affectée, & cet objet se voit plus clairement, plus distinctement, & selon une plus grande étendue; l'image en demeure plus profondément gravée dans la mémoire.

Mais pour quelle raison l'ame ne voit-elle qu'un seul & unique objet, quoique son image soit peinte séparément dans chaque œil? Cet effet viendroit il de l'habitude que nous avons acquise, & qui nous a appris qu'il n'y avoit véritablement qu'un seul objet, quoique son image fût double & gravée au fond de chacun de nos deux yeux; & ne seroit-ce pas pour cette raison que nous avons recours, dans l'enfance, à plusieurs de nos sens pour juger des objets, & que nous touchons avec tant de soins ceux que nous voyons, que nous les portons à notre bouche, que nous les goûtons, & que nous les tournons en toutes sortes de sens. Le goût & le tact, nous apprenant qu'un objet est seul & unique, quoiqu'il se peigne dans chacun de nos yeux, l'ame, dans plusieurs autres circonstances, jugera pareillement qu'un objet est simple & unique, quoiqu'elle soit affectée par une double représentation de cet objet, sur-tout lorsque ce seront les fibres correspondantes de la rétine qui recevront l'impression de cet objet (§. 1890). Ne seroit ce pas de la même maniere que nous avons appris à toucher un objet & à juger s'il est simple, ou s'il y en a plusieurs; tandis que nous pourrions croire & juger qu'il est double, si nous le touchions d'une maniere différente & non

accoutumée, comme, par exemple, si nous touchions un globe en croisant les doigts ? Il paroît que notre ame corrige bien des choses par l'usage, & que nous en apprenons plusieurs que nous devons à l'exercice. Un homme, par exemple, à qui l'œil est tourné par l'effet d'un coup de poing qu'il a reçu, voit tous les objets doubles; mais insensiblement, & à la longue, il commence à voir simples & solitaires les objets qui lui sont familiers, quoique son œil demeure encore tourné (1). On observe quelque chose de semblable par rapport aux personnes qui sont louches. Cette observation détruit le sentiment de ceux qui pensent, avec *Brigg*, que les nerfs sont à l'unisson dans les deux yeux, & que quelques-uns sont également tendus; de sorte que l'ame doit être également affectée, soit que l'image des objets se peigne dans un seul œil, ou dans les deux yeux. S'il en étoit ainsi, nous ne découvririons point une plus grande étendue de l'objet, lorsque nous le regardons des deux yeux, que lorsque nous le regardons d'un seul; ce qui est contraire à l'expérience : outre cela la mollesse des fibres du cerveau n'admet point de tension.

§. MDCCCXCV. D'autres ont cru que les fibrilles nerveuses O Q T, P R T [*Tab.* 42. *fig.* 2.] se réunissoient & concouroient en un point commun T sur la selle du Turc, pour ne former qu'un seul & même tronc de nerf qui se porte jusqu'au *sensorium commune*. Par ce moyen on doit éprouver la même sensation, soit que l'impression de l'objet se fasse sur les deux nerf O, P, ou seulement sur un seul, comme en O (2). Mais les nerfs optiques ne concourent point toujours en un même point sur la selle turcique, suivant les observations de *Vesalle*, d'*Aquapendente*, de *Valverda*, de *Lossel'ius* : on a observé outre cela, qu'un nerf optique avoit été affecté dans tout son trajet, depuis l'œil jusqu'au cerveau, tandis que son congenere étoit demeuré sain & bien constitué; cette observation est due à *Vesalle* & à *Cæsalpin*. L'observation de *du Fay* détruit encore ce sentiment (3). Voici en quoi elle consiste. Si on ferme un œil, & qu'on tienne l'autre ouvert, & que dans cette situation nous entrions dans un lieu un peu ténébreux, où faisant alors usage de nos deux yeux, nous les dirigeons vers un diamant qui jette quelques feux, nous les distinguerons assez bien avec l'œil qui étoit fermé, & nous ne les appercevrons point avec l'autre : outre cela, les nerfs optiques du caméléon paroissent concourir en un point de son cerveau, de la même maniere que ceux de l'homme : or cet animal peut voir dans le même tems différens objets, lorsqu'il dirige en même tems un de ses yeux vers le ciel, & l'autre vers la terre.

§. MDCCCXCVI. Voyons-nous également bien des deux yeux les objets qui se présentent à notre vue, ou les voyons-nous mieux d'un œil que de l'autre? Je connois plusieurs personnes qui voient aussi clairement, aussi distinctement des deux yeux, & qui voient les objets sous les mêmes dimensions; j'en connois aussi qui voient mieux de l'œil droit que du gauche. *Borelli* nous assure qu'il voyoit les objets sous de plus grandes dimensions, & qu'il les voyoit plus distinctement de l'œil gauche. *Denis* a confirmé cette

(1) Chefelden in Systém. Anatom.

(2) Galenus de Usu. Part. Lib. 10. cap. 14. Newton Optiks Queri.

(3) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1735.

obfervation (1). Or on ne peut révoquer en doute ces trois difpofitions différentes de l'œil, & cette différence dépend ordinairement de la convexité du cryftallin, qui n'eft pas la même dans les deux yeux; elle dépend auffi de la tranfparence, de la couleur, & de la confiftance, qui peut être différente dans les deux cryftallins.

§. MDCCCXCVII. Soit formé fur une furface plane & noire un petit cercle blanc A [*Tab.* 42. *fig.* 4.], fixé à la hauteur de l'œil droit; du centre de ce cercle A foit conduite en-dehors une ligne indéfinie A M, parallele à l'horifon, & au-deffus de A M une autre ligne qui faffe, avec la premiere, un angle de 5 degrés : au-deffous de la ligne A B foit menée la droite A C, qui forme avec A B un angle de 24 degrés; foit enfin divifé l'angle B A C en deux parties égales, par le moyen de la ligne A D : fur la longueur de cette derniere ligne foient établis les centres de différens cercles blancs, & à différentes diftances du cercle A, & que ces cercles touchent les lignes A B, A C, tels que ceux qui font repréfentés par la figure indiquée E, F, G. Cela pofé, fi un Obfervateur, placé auprès du cercle A, ferme l'œil gauche, & dirige fa vue fur ce cercle, il ne pourra s'empêcher de voir en même-tems le cercle E; mais s'il s'éloigne dans une direction perpendiculaire à la furface fur laquelle les cercles font attachés, & qu'il dirige toujours fa vue vers le cercle A, il ne verra plus le cercle E lorfqu'il fera éloigné à la diftance de quelques pieds, & il le reverra encore s'il s'éloigne davantage. Or voici ce que l'expérience nous a appris à cet égard. Le cercle E étant de 9 pouces de diametre, & éloigné de 2 pieds du cercle A, le fpectateur ne découvroit point ce cercle lorfqu'il étoit éloigné du cercle A de 8 pieds de diftance. Le cercle F étant de 18 pouces de diametre, & éloigné de 4 pieds du cercle; l'œil placé à la diftance de 16 pieds, ne voyoit point le cercle F. Le cercle G étant de 27 pouces de diametre, & éloigné de 6 pieds du cercle A, le fpectateur ne l'appercevoit point à la diftance de 24 pieds. Cette expérience ne réuffit cependant pas exactement de la même maniere à toutes fortes de perfonnes; il y en a qui font obligées de s'éloigner plus ou moins du cercle A.

Cet endroit de la rétine fur lequel les rayons réfléchis de l'objet tombent fans que nous puiffions voir & diftinguer l'objet qui les renvoie; cet endroit, dis-je, eft circulaire, & fon diametre $= \frac{297}{384}$ de ligne : il eft éloigné de 14 degrés 2 minutes de l'axe optique; cependant l'image des cercles inégaux E, F, G fe peint fur la rétine fous les mêmes dimenfions.

Cet endroit de la rétine ne feroit il donc point celui qui répond à la lame criblée, par les 30 trous de laquelle le nerf optique & des vaiffeaux fanguins pénetrent dans l'œil; cette lame criblée eft ronde, & ce n'eft qu'au-delà de fes dimenfions que le nerf optique s'épanouit pour former la rétine, & que fa portion médullaire fe développe : par conféquent tous les objets qui viendront fe peindre fur cet endroit, ne pourront point être vus; puifqu'ils n'affecteront point les extrêmités du nerf optique.

Or puifque la ftructure de l'œil, ainfi que l'entrée du nerf optique dans le globe de l'œil, n'eft pas exactement la même dans toutes fortes d'yeux;

(1) Journ. des Sav. ann. 1672. p. 293.

il faut de toute nécessité que plusieurs personnes, dans lesquelles ces dispositions sont différentes, soient éloignées à des distances un peu différentes de A, pour qu'elles puissent observer le même phénomene. *Mariotte*, *Perrault*, *Pecquet*, se sont fort étendus sur cette matiere ; & *Bernouilli* (1) a ajoûté des choses très curieuses aux observations de ces grands hommes.

§. MDCCCXCVIII. Il suit de tout ce que nous avons exposé jusqu'à présent, que les rayons de lumiere n'émanent point des yeux sur les objets, d'où ils sont ensuite réfléchis pour retourner dans les yeux, comme les Stoïciens l'ont prétendu. En effet, nous ne voyons rien dans une chambre tout-à-fait obscure, dans laquelle nous devrions cependant voir & distinguer les objets, si les rayons de lumiere partoient d'abord de l'œil, pour y être ensuite renvoyés par les objets. *Photion* (2) nous assure cependant que le Philosophe *Asclepiodote* distinguoit les objets pendant la nuit. *Pline* (3) dit la même chose de *Tibere*, *Plutarque de Marius* (4) ; *Caelius Rodiginus* (5), *Cardan*, *Scaliger*, *Fromond*, nous assurent la même chose à leur égard. *Fabrice d'Aquapendente* nous apprend la même chose d'un citoyen de Pise (6). *Brigg* rapporte quelque chose de semblable d'un Anglois qui étoit d'un tempérament chaud (7). *Willis* fait mention d'une personne à qui la même chose arrivoit lorsqu'elle avoit bu beaucoup de vin (8). *Schenkius* a aussi observé le même phénomene dans une certaine Comtesse (9). On assure la même chose d'un nommé *Sabellicus*, Historiographe. On trouve quantité d'exemples dans *Bartholin* (10). Mais nous doutons que ces observations aient été faites dans des endroits parfaitement obscurs, qu'on ne peut se procurer qu'avec beaucoup de peine, & qu'avec toute l'industrie possible ; ainsi que l'observent ordinairement ceux qui veulent répéter les expériences de *Newton* sur les couleurs. En effet, on ne peut pas dire que les appartemens soient absolument obscurs pendant la nuit : d'où il paroît vraisemblable que la rétine des personnes que nous venons de citer, étant extrêmement délicate, pouvoit être ébranlée par une très foible lumiere, & que par ce moyen elles pouvoient assez bien distinguer des objets dans des endroits qui paroissoient obscurs : ce que *Boyle* confirme au sujet d'une personne de distinction qui étoit en prison, qui ne voyoit d'abord rien dans sa prison ; mais qui un moment après distinguoit parfaitement tous les objets qui l'environnoient (11). On observa encore la même chose dans un homme dont l'œil avoit été blessé par la rupture d'une corde de luth.

§. MDCCCXCIX. La clarté avec laquelle nous voyons les objets qui sont hors de nous, peut être égale, plus grande ou plus petite : on voit les objets avec la même clarté, lorsque les rayons de lumiere qu'ils renvoient affectent également les fibrilles de la rétine.

La différence qu'on remarque dans la clarté avec laquelle on voit les objets, dépend de plusieurs causes qui agissent solitairement, ou dont plusieurs

(1) Comment. Petropol. Vol. 1. p. 314. (2) In Bibliotheca. (3) Hist. Nat. Lib. 11. cap 37. (4) Plutarchus in Vita Marii. (5) Antiq. Lection. Lib. 15. (6) Lib. de Visu. Cap. 4. (7) Ophthalmograph. Cap. 5. §. 12. (8) De Sanguinis incalescentiâ. p. 26. (9) Lib. 1. de Morbis Oculor. Obs. (10) Lib. de Luce Animalium. Cap. 14. (11) Tract. de Causis finalibus.

concourent ensemble pour produire cet effet. Une plus grande clarté dépend 1°. de la plus grande quantité de lumiere que le corps lumineux envoie, ou que le corps opaque réfléchit : ce qui arrive lorsqu'il est plus proche de l'œil qui l'observe; car la densité de la lumiere est en raison inverse du quarré des distances.

2°. Elle peut venir de la couleur de l'objet, comme, par exemple, s'il est blanc, ou qu'il soit d'une couleur vive, telle qu'orangé, jaune, ou doré.

3°. Elle dépend aussi de la maniere selon laquelle il est éclairé, soit par les rayons du soleil, soit par la lumiere de plusieurs flammes; mieux il sera éclairé, & plus on le verra distinctement.

4°. Il peut se faire aussi que la figure de l'objet soit telle qu'elle réfléchisse vers un des points de la rétine un plus grand nombre de rayons, de même qu'un miroir concave de verre ou de métal.

5°. La clarté dépend encore des dimensions de la prunelle, & de la mobilité de l'iris; car plus la pupille est grande, plus l'iris est mobile, & plus elles transmettent, au fond de l'œil, de rayons réfléchis par l'objet.

6°. Elle dépend encore de la transparence, de la limpidité, de la pureté des trois humeurs de l'œil. Plus ces humeurs seront pures, limpides & transparentes, & plus elles transmettent de rayons de lumiere que l'objet envoie de la cornée.

7°. Ajoûtez à cela la bonne constitution de la rétine & du nerf optique dans toute son étendue, qui est l'organe qui fait passer à l'ame les impressions qu'il reçoit; car plus la rétine est délicate, & plus les impressions qu'elle reçoit d'une même lumiere sont vives, plus ses mouvemens sont prompts & aisés.

8°. On voit plus clairement les objets lorsqu'on les considere avec deux yeux, que lorsqu'on les regarde d'un seul; & il paroît que la proportion de la clarté, selon laquelle on voit les objets lorsqu'on les considere avec les deux yeux, & lorsqu'on les considere avec un seul, est dans le rapport de 13 : 12; proportion cependant qu'on ne peut point déterminer avec précision.

Or puisque la clarté selon laquelle on voit les objets qui sont hors de nous, dépend de tant de causes différentes, il ne paroît pas qu'on puisse avoir une juste espérance de la mesurer exactement; & on ne pourra trop louer quiconque voudra bien donner tous ses soins à une recherche aussi difficile.

§. MDCCCC. Si les huit conditions que nous venons d'exposer concourent toutes ensemble pour nous faire voir un objet, nous le verrons aussi clairement qu'on puisse le voir; mais si une ou deux de ces conditions n'est pas remplie exactement, nous le verrons moins clairement : & plus il manquera de ces conditions, plus les objets que nous voudrons distinguer paroîtront obscurs; car on ne voit qu'obscurément les objets dont la lumiere n'affecte que peu l'organe de la vue, ou dont l'ame n'est que foiblement émue.

Comme il arrive rarement que les yeux de l'homme conservent, pendant le cours d'un jour, ou pendant quelques jours, leur même disposition, la

clarté ſelon laquelle on voit les mêmes objets, doit varier continuellement. La pureté & la limpidité de l'atmoſphere, qui demeurent rarement les mêmes pendant toute la durée d'un jour, concourent auſſi à ce phénomene. On s'apperçoit moins de cette différence ſi on regarde en même-tems deux objets voiſins.

§. MDCCCCI. Nous apprenons de-là pourquoi les myopes voient les objets plus clairement que les vieillards : ce qui vient 1°. de ce que les myopes les regardent de plus près. 2°. De ce que la prunelle des myopes eſt plus grande que celle des vieillards, & conſéquemment qu'elle tranſmet un plus grand nombre de rayons de lumiere. Pareillement les enfans qui ont la pupille plus étendue que celle des vieillards, voient plus clairement qu'eux les objets circonvoiſins : ajoûtez à cela que les humeurs de l'œil ſont moins limpides dans les vieillards, que leur rétine eſt plus dure, plus calleuſe, & comme brûlée par le long uſage qu'elle a de recevoir les impreſſions de la lumiere. Plus on avance en âge, plus les dimenſions de la pupille diminuent, par rapport à la ſecrétion de l'humeur aqueuſe, qui devient moins abondante : c'eſt même par rapport à cela que nous voyons la pupille ſe fermer tout-à-fait à la ſuite d'une plaie pénétrante, qui a procuré l'évacuation de l'humeur aqueuſe. *Porterfield* (1) nous a donné des choſes très curieuſes ſur la vue des myopes.

§. MDCCCCII. On appelle voir diſtinctement un objet lorſqu'il nous paroît bien terminé, lorſqu'on peut diſtinguer parfaitement ſes différentes parties, les comparer entr'elles, juger ſainement de leur figure, de leur ſituation & de leur couleur.

§. MDCCCCIII. On voit diſtinctement les objets, 1°. lorſque les rayons de lumiere qu'ils réfléchiſſent par chacuns des points de leurs ſurfaces, viennent concourir en un même point ſur la rétine, après avoir traverſé les humeurs de l'œil.

2°. La viſion eſt ſur-tout diſtincte lorſque l'image d'un objet ſur la rétine eſt grande relativement à cet objet; de ſorte que les rayons qui partent de chaque point de l'objet, occupent un point reſpectif de la rétine. C'eſt pour cette raiſon que les myopes voient plus diſtinctement que les presbytes, & que nous voyons toujours plus diſtinctement les objets qui ſont près, que ceux qui ſont éloignés.

3°. La maniere dont les objets ſont éclairés, concourt auſſi à les faire voir plus ou moins diſtinctement. On ne les voit jamais plus diſtinctement que lorſqu'ils ſont, ni trop, ni trop peu éclairés; car ſi les objets ſont trop lumineux, tels que le ſoleil, la lune, Vénus, & que dans un tems ſerein ils ſe trouvent à notre zénith, nous ne pourrons point les voir fixement, & les bien diſtinguer, ſans qu'ils nous bleſſent la vue; tandis que nous pourrons les regarder fixement, & les bien diſtinguer par un petit trou fait à une lame de métal, ou à travers un verre enfumé, ou à travers un verre coloré, ſoit qu'il ſoit bleu, vert, jaune, rouge: le verre bleu, à travers lequel la lumiere de la lune paroît plus blanche que lorſqu'on la conſidere ſeulement avec l'œil, convient ſur-tout à l'œil; & c'eſt par ſon moyen qu'on diſtingue

(1) Medical Eſſays. Vol. 4. à pag. 229. ad 245.

très bien les taches répandues ſur la ſurface de la lune. Les rayons jaunes & rouges qui paſſent à travers un verre jaune ou rouge, jettent trop de lumiere dans l'œil pour qu'on puiſſe voir à travers & bien diſtinctement les taches de la lune & celles du ſoleil, lors même qu'on applique ces verres à l'extrêmité d'un téleſcope Newtonien ou Grégorien.

Si les objets ſont trop peu éclairés, on ne peut point les voir diſtinctement ; parceque la lumiere n'ébranle point alors aſſez vivement la rétine.

4°. On voit encore très diſtinctement un objet lorſqu'on le regarde avec attention, & pendant long-tems, en parcourant ſucceſſivement de la vue toutes ſes parties, & en diſpoſant d'une maniere convenable l'ouverture de la pupille & les humeurs de l'œil, pour recevoir & réfracter la quantité de lumiere néceſſaire pour tracer une image bien diſtincte au fond de l'œil : ſouvent la contraction de la pupille eſt néceſſaire pour voir diſtinctement les objets ; car les rayons qui partent des objets qui ſont près de l'œil, étant peu divergens, la pénetrent ſuffiſamment pour ſe réfracter, & pour tracer une image diſtincte ſur la pupille : c'eſt pour cette raiſon que ſi on a une pupille très ample, & qu'on ne puiſſe lire des lettres à une très petite diſtance de l'œil, on les lira très bien, ſi on les conſidere à travers un petit trou fait à une carte. Si le dos étant tourné vers une fenêtre, on ne peut lire diſtinctement un livre qu'on tient trop près de l'œil, on le lira aiſément en tournant la face du côté de la fenêtre ; parceque, dans la premiere de ces deux ſituations, la pupille ſe dilate, & que dans la ſeconde elle ſe contracte. Outre cela la prunelle étant petite, la pénombre devient peu ſenſible.

5°. On voit encore diſtinctement un objet lorſque ſon image ſe peint ſeul ſur la rétine, & qu'il ne tombe ſur aucun point de cette image aucun rayon réfléchi par d'autres objets : c'eſt pour cette raiſon que nous voyons plus diſtinctement un tableau lorſque nous le regardons à travers un tube noirci, que lorſque nous le regardons ſans le ſecours de cette eſpece de tube.

6°. Si les cils qui bordent nos paupieres ſont noirs, nous voyons encore plus diſtinctement les objets que s'ils étoient blancs ; ceux qui ſont noirs excluent la lumiere qui vient d'ailleurs, & ne la portent point dans les yeux comme ceux qui ſont blancs (1).

§. MDCCCCIV. On ne voit que confuſément, ou même on ne peut point voir, les objets que la lumiere n'éclaire qu'à peine ; de ſorte qu'on ne peut point diſtinguer les limites de leur étendue. On ne voit pas mieux les objets opaques qui ſe meuvent très rapidement, quoiqu'ils ſoient peu éloignés de notre vue : par exemple, on ne diſtingue pas bien un oiſeau qui vole à quelques pas de nous, un rat, un loir qui court auprès de nous ; un boulet de canon lancé par une bouche à feu, une corde d'inſtrument qui frémit : car l'image de ces ſortes d'objets, qui ſe peint dans nos yeux, s'échappe ſi promptement, que les fibrilles nerveuſes en ſont à peine ébranlées, & que l'ame en peut à peine ſentir l'impreſſion pour s'en former une idée diſtincte.

Les objets nous paroiſſent encore confus lorſque la rétine eſt calleuſe, &

(1) Monalti Optica. Lib. 4. cap. 2.

brûlée par la trop grande activité des rayons de lumiere qui l'ont frappée précédemment ; de sorte qu'elle ne peut plus être affectée qu'avec peine, & que les limites des objets ne peuvent s'y faire appercevoir. Il arrive encore la même chose lorsque les humeurs de l'œil s'épaississent, & qu'ils perdent leur transparence.

On perd la faculté de voir lorsqu'une trop grande lumiere vient frapper notre organe, de maniere que les fibres nerveuses de la rétine en sont blessées. Les oiseleurs aveuglent les oiseaux dont ils se servent pour attirer les autres, en approchant de leurs yeux un fer rougi au feu. Souvent les ennemis aveuglent leurs prisonniers par le moyen d'une barre de fer rouge qu'ils leur présentent auprès des yeux ; ils y parviennent aussi par la lumiere du soleil. On devient pareillement aveugle lorsque les humeurs de l'œil absorbent la lumiere que les objets renvoient : on le devient encore lorsque le nerf optique est comprimé, rompu ou blessé entre l'œil & le *sensorium commune*.

§. MDCCCCV. Lorsque les rayons qui partent d'un même point de l'objet ne viennent point concourir au même endroit sur la rétine, ce point de l'objet ne paroît point simple, mais double.

Soit un trou fait à une carte, de la grandeur, par exemple, de ces caracteres [*Tab.* 42. *fig.* 5.] ; soit pareillement une autre carte percée de deux trous fort près l'un de l'autre, de façon que ces deux trous n'excedent point la grandeur de la pupille. Si on s'éloigne à 20 pouces ou environ de la flamme d'une chandelle, & qu'on place auprès de cette lumiere la premiere carte B C, par le trou A de laquelle cette lumiere puisse pénétrer, & qu'on place la seconde carte Q T auprès de l'œil, de maniere que la lumiere qui aura passé par le trou de la premiere carte, puisse aussi passer par les trous r, d de cette seconde ; ces rayons de lumiere venant concourir & se réunir sur le même point O de la rétine, feront que l'ame ne verra qu'un seul trou en A. Si on laisse la chandelle & la premiere carte au même endroit, & dans la même position, mais qu'on approche l'œil, ainsi que la carte Q T de la carte B C ; alors les rayons de lumiere qui auront traversé le trou A, passant par les trous r, d, ne se réuniront qu'au delà de la rétine, & l'image des deux trous viendra se peindre sur la rétine en i m [*Fig.* 6.], & l'ame verra deux fois le trou A, savoir en B & en C : si on ferme le trou inférieur r, le trou supérieur B disparoîtra.

Si on laisse la chandelle & la premiere carte dans la même position, mais qu'on éloigne la carte Q T, ainsi que l'œil, à une plus grande distance que dans le premier cas ; on observera alors que les rayons de lumiere transmis par le trou A, & ensuite par les deux trous r, d de la seconde carte, se réuniront au point O avant d'être parvenus à la rétine : ces rayons se développant en m i [*Fig.* 7.], feront que l'ame verra encore deux fois le trou A, savoir en C & en B. Si on forme alors le trou supérieur d, le trou C disparoîtra ; si on ferme le trou inférieur r, l'image du trou B s'effacera : si on reporte encore l'œil & la carte Q T à la premiere distance de A [*Fig.* 5.], ou que l'œil & la carte Q T soient portés à la distance de A, indiquée par la fig. 6. le trou A paroîtra encore simple ; ainsi que la très bien démontré le célebre

célebre *Portelfield* (1). C'est à tort que *de la Hire* a voulu attribuer cet effet à la convexité ou à l'applatissement des yeux (2).

§. MDCCCCVI. A quelle distance faut-il regarder les objets pour qu'on puisse les voir bien distinctement? Cela dépend de la structure de l'œil, de la maniere dont les objets sont éclairés, de la clarté de l'endroit d'où nous les regardons; enfin de la grandeur de ces objets, & de celle de leurs parties. En effet, on distingue mieux les grands objets que les petits à une grande distance: il y a quantité de jeunes gens dont les yeux sont assez bien constitués pour qu'ils puissent lire très distinctement les caracteres de ce Livre à la distance de 15 pouces; il y en aura d'autres qui les liront aussi bien à 20 pouces, tandis qu'il s'en trouvera qui ne les pourront bien lire qu'à 7 pouces de distance: mais si ces caracteres étoient plus fins, ils seroient obligés d'approcher davantage le Livre de leurs yeux. En général on peut lire distinctement ces caracteres à 6, 12 & 24 pouces. On voit distinctement de grands objets à la distance de 14 pieds 5 pouces. De sorte qu'on ne peut rien déterminer de fixe sur les limites de la vue pour distinguer les objets.

§. MDCCCCVII. Quoique tout ce que nous avons dit jusqu'à présent sur la vue distincte soit vrai, il faut néanmoins considérer encore la grandeur de l'objet, de sorte qu'il n'est pas toujours nécessaire que les rayons qui partent de chaque point d'un objet, se réunissent sur un seul point de la rétine: c'est cette raison qui a obligé le D. *Jurin* à distinguer la vision distincte en *parfaite*, qui est celle dont nous venons de parler, & en *simplement distincte*. En effet, lorsque vous approchez tellement un Livre de vos yeux, que vous ne pouvez point en distinguer les caracteres, vous pourriez néanmoins les distinguer à cette même distance s'ils étoient plus grands: d'où il suit que la vision distincte d'un objet n'exige point que sa distance de l'œil soit telle que tous les rayons qui partent de ses différens points, se réunissent sur autant de points différens de la rétine: au contraire, un grand objet ne peut être vu distinctement, que son image dans l'œil ne soit grande. On trouvera un très grand détail sur ces choses dans l'Appendix d'un excellent Ouvrage sur l'optique par M. *Smith* (3).

§. MDCCCCVIII. Les rayons de lumiere CA, BA [*Tab.* 42. *fig.* 8.] qui partent des extrêmités d'un objet, & qui parviennent à un même œil A, forment un angle BAC, qu'on appelle *angle optique*, ou *angle visuel*: cet angle ne doit point être, rigoureusement parlant, l'angle optique; c'est celui qui est formé par les rayons qui partent des extrêmités C & B de l'objet, & qui passent par le centre du crystallin: mais comme le dernier ne differe point beaucoup, soit pour sa grandeur, soit pour sa distance du premier, nous prendrons le premier pour le véritable angle optique, si ce n'est dans les circonstances où il sera nécessaire de s'exprimer avec plus d'exactitude.

§. MDCCCCIX. C'est à l'aide de cet angle que nous mesurons la grandeur apparente des objets. Tous ceux que nous voyons sous des angles égaux nous paroissent égaux, & peignent aussi des images égales sur la rétine: tous

(1) Medical Essays. Vol. 4. p. 160. (2) Journ. des Sav. ann. 1685, p. 355. & 398.
(3) Essays upon distinct. and. indistinct Vision.

ceux que nous voyons sous un plus petit angle, nous paroissent plus petits, & forment de plus petites images dans l'œil; enfin tous ceux que nous voyons sous un plus grand angle, nous paroissent plus grands, & dessinent de plus grandes images sur la rétine.

§. MDCCCCX. Il faut bien distinguer la grandeur apparente d'un objet de celle que l'ame lui attribue lorsqu'elle le voit: cette derniere doit son origine au jugement que nous en portons, & non pas seulement à l'apparence de l'angle optique; de sorte que la grandeur des objets que nous voyons, dépend, & de l'image qu'ils tracent sur la rétine, & du jugement que l'ame en porte, conséquemment à l'habitude & à l'expérience qu'elle a acquise: ce jugement est immédiatement joint à la sensation qu'elle éprouve. Il suit de là qu'il n'est pas possible qu'il ne se glisse beaucoup d'erreurs dans la vision des objets. Nous sommes dans l'habitude de considérer & de voir des objets qui sont autour de nous, nous connoissons & nous jugeons assez bien de leurs grandeurs. C'est ainsi, par exemple, que nous estimons assez juste la grandeur d'un homme; que ces objets s'éloignent de nous, & soient à une distance double, triple, quadruple, nous les jugeons encore de la même grandeur, quoique leur image peinte sur la rétine, soit 2, 3 ou 4 fois plus petite que précédemment; mais lorsque les objets sont éloignés à des distances plus grandes que celles sous lesquelles nous avons coutume de considérer les objets qui nous environnent; ces objets nous paroissent plus petits & ils décroissent à raison des distances: car le jugement que nous en portons, dépend de plusieurs circonstances relatives à un objet.

§. MDCCCCXI. Tout ce que nous voyons d'un coup d'œil est ordinairement compris entre un angle droit. En effet, les rayons XB, ZB [*Tab.* 42. *fig.* 9.], qui forment l'angle droit XBZ, étant prolongés, ne pourront passer par la pupille DE, quoiqu'ils soient moins divergens après s'être rompus en traversant la cornée & l'humeur aqueuse; mais ils tomberont sur l'iris: par conséquent les rayons qui passeront par la pupille, formeront un angle optique plus petit qu'un droit, ainsi que l'expérience le démontre.

§. MDCCCCXII. On conçoit par-là pourquoi nous ne pouvons voir d'un seul coup d'œil un grand objet qui est proche de nous, quoique nous puissions l'embrasser d'un seul coup-d'œil lorsqu'il est éloigné.

Plus la pupille est grande, plus l'angle optique peut être grand; & au contraire moins elle est ample, & plus l'angle optique devient petit: c'est pour cette raison que les jeunes gens qui ont la pupille plus grande, & qui peuvent la dilater davantage, voient une plus grande partie d'un grand objet que les vieillards, dont la pupille est plus petite, & incapable de dilatation.

§. MDCCCCXIII. Si un même objet BE [*Tab.* 42. *fig.* 10.] est placé à différentes distances de l'œil, telles que EC, EA, il paroîtra d'autant plus petit, qu'il sera plus éloigné de l'œil. En effet, l'angle BAE est plus petit que l'angle BCE.

§. MDCCCCXIV. La grandeur apparente des objets qui ne sont point fort proches de l'œil, est en raison inverse de leur distance à l'œil, si les angles optiques sont petits. En effet, la grandeur apparente d'un objet BE placé au

point C, eſt à la grandeur apparente de ce même objet, vu du point A, comme l'angle optique B C E eſt à l'angle optique B A E : or l'angle B C E : B A E : : E A : E C (§. 1733); & conſéquemment la grandeur apparente de l'objet, vu en C, eſt à celle de ce même objet, vu en A, : : E A : E C.

§. MDCCCCXV. Pour ſe former une juſte idée de l'image qui ſe peint ſur la rétine; ſoit l'œil A D F, auquel ſoient conduites les lignes B A, E A, l'image de l'objet B E ſera peinte dans l'eſpace D F : or comme les triangles D A F, B A E ſont ſemblables, on aura la proportion ſuivante, A E : E B : : A D : D F.

Si B E eſt une tour de 4000 pouces de haut, qu'on conſidere à la diſtance d'un mille de Hollande, ou à la diſtance de 216000 pouces, & que le centre du cryſtallin ſoit éloigné de la rétine à la diſtance de 8 lignes ou de $\frac{2}{3}$ de pouce, on aura 216000 : 4000 : : $\frac{2}{3}$: $\frac{1}{81}$ = D F, ou $\frac{12}{81}$ de ligne.

§. MDCCCCXVI. Puiſque l'image d'un ſi grand objet devient ſi petite ſur la rétine, il faut de toute néceſſité que pluſieurs points de l'objet envoient des rayons qui concourent, & qui ſe réuniſſent ſur la même fibrille nerveuſe de la rétine : cela poſé, cette fibrille nerveuſe doit être dans le même tems différemment ébranlée, & ne peut rien repréſenter de diſtinct à l'ame : c'eſt pour cette raiſon que les petites parties d'un objet très éloigné ne peuvent point être vues diſtinctement.

Celui qui a la vue la plus perçante, ne peut point diſtinguer dans le ciel les étoiles qui ſont ſous-tendantes d'un angle au-deſſous de 30 ſecondes. La plus grande partie des hommes diſtingue à peine les objets qui ſous-tendent un angle d'une minute. Si on applique contre un plan noirci, un cercle blanc éclairé de la lumiere du jour, à peine ſera-t-il vu par une perſonne qui aura la meilleure vue, ſi ce cercle ſous-tend un angle de 40 m″; ou lorſque la diſtance de ce cercle à l'œil égalera 5156 fois ſon diametre : car alors l'image de ce cercle dans l'œil ſera = 000125 de pouce. A la vérité, l'œil peut ſaiſir des objets qui ſe préſentent ſous un angle plus petit, pourvu qu'ils ſoient à une diſtance aſſez proche de l'œil, pour que leur image ſoit diſtincte, & que la viſion ſe faſſe parfaitement; ainſi que le D. *Jurin* l'a très bien obſervé (1). Car un fil d'argent, ou argenté, dont le diametre = $\frac{1}{485}$ de pouce, placé ſur un papier blanc, eſt encore très viſible à la diſtance de 10 pieds, il ſous-tend alors un angle = 3 $\frac{1}{2}$ m″. Un fil de ſoie dont le diametre = $\frac{1}{1948}$ pouce ſe voit encore très bien ſur une carte à la diſtance de 40 pouces, il ſous-tend alors un angle = 2 $\frac{1}{2}$ m″. L'image de ce fil dans l'œil = $\frac{1}{116980}$ de pouce. On pourra encore voir des objets plus petits lorſqu'ils ſeront, pour ainſi dire, pénétrés de la lumiere du ſoleil, qu'ils réfléchiront bien, & que l'œil ſera placé dans un endroit obſcur, & diſpoſé de maniere à ne point recevoir d'autre lumiere que celle qui lui viendra de l'objet qu'il veut voir. Le célebre *Mayer* a traité fort amplement cette matiere (2). Si la lumiere réfléchie par pluſieurs objets pénetre en même tems dans l'œil, alors on ne pourra point voir diſtinctement de petits objets, mais ſeulement ceux qui auront de grandes dimenſions : c'eſt pour cette raiſon que nous ne diſ-

(1) Eſſays Upon Diſtinct Viſion. §. 163. (2) Comment. Soc. Gotting. T. 4. ann. 1754.

tinguons pas les étoiles en plein jour, & que nous les voyons très distinctement pendant la nuit; nous découvrons encore mieux & nous voyons plus distinctement les petits objets en plein jour, lorsque nous les regardons à travers un tube, que lorsque nous les considérons simplement à la vue. Malgré cela il y a des personnes dont la vue est très perçante. J'en ai connu qui distinguoient les satellites de Jupiter par le secours seul de leurs yeux, aussi bien que moi, qui les regardois alors avec un tube de 12 pieds. *Ciceron* fait mention d'une personne qui voyoit ce qui se passoit à la distance de mille & quatre-vingts stades (1), (2). *Pline* rapporte qu'une personne montée sur le promontoire de Sicile, connu dans ce tems-là sous le nom de Lilybée, y voyoit, pendant la seconde guerre, toute la flotte des Carthaginois, & assignoit le nombre de ses vaisseaux (3). Y a-t il quelque chose qu'on puisse regarder comme le *minimum* de la vue (4)? Et peut-on, d'après cela, déterminer la ténacité des fibrilles nerveuses (5)? C'est ce qui ne me paroît pas probable. En effet, le nerf optique est un faisceau composé de plusieurs petites fibrilles très ténues & très délicates, qui ont cependant chacune une certaine grosseur. Supposons qu'un rayon de lumiere réfléchi par un des points d'un objet, vienne tomber sur une de ces fibrilles, & que l'image peinte sur cette fibrille ait une grandeur égale à la grosseur de cette fibrille, cette image la mettra en vibrations; & son mouvement se portant jusqu'au *sensorium commune*, l'ame verra cet objet sous une grandeur quelconque: supposons maintenant que cette image devienne plus petite, & que son étendue n'occupe que la moitié ou la troisieme partie de la grosseur de cette même fibrille, le mouvement imprimé dans ce second cas à la fibrille nerveuse, se communiquera encore à l'ame, qui ne pourra point alors voir & distinguer cet objet sous une autre dimension que sous celle qu'elle l'a déja vu dans le premier cas: or la premiere peinture de cet objet présentoit à l'ame un *minimum* aussi-bien que la seconde, dont il est ici question; donc on ne peut point juger de la grosseur d'une fibrille nerveuse par ce qu'on appelle un *minimum visible*. Le même raisonnement doit encore avoir lieu si l'image de l'objet occupe trois fibrilles nerveuses & les couvre entierement; le mouvement produit dans ces fibrilles se transmettra jusqu'à l'ame, & lui fera voir cet objet sous une grandeur quelconque: supposons maintenant que cette image ne couvre que la fibrille du milieu, & seulement de chaque côté les deux moitiés adjacentes des deux autres fibrilles; dans ce cas, un mouvement semblable au premier, se transmettra jusqu'à l'ame, & lui fera voir l'objet de la même grandeur. Il faut aussi de toute nécessité que chaque rayon coloré excite une espece particuliere de frémissement dans la fibrille nerveuse qu'il attaque; car ce frémissement doit être différent, quant à son amplitude & à sa vîtesse, suivant que les couleurs des rayons incidens seront différentes. Supposons que les rayons jaunes excitent dans les fibrilles nerveuses un mouvement plus prompt que les rayons verts, & que ceux-ci en produisent un plus grand que les rayons bleus; enfin que ces derniers ex-

(1) Une stade = 125 pas, = 625 pieds; ainsi 1080 stades = 675000 pieds.
(2) Lib. 4. Quæst. Academ. (3) Hist. Nat. Lib. 7. cap. 21. p. 386. (4) Hooke posthumons Works. p. 12. & 97. (5) Porterfield. in Medical Essays. Vol. 4. p. 250.

citent le mouvement le plus lent : cela posé, supposons que des rayons jaunes tombent sur une fibrille nerveuse, conjointement avec des rayons bleus, le mouvement produit par ces deux especes de rayons, doit être un mouvement composé résultant de l'action simultanée des deux mouvemens que chacun de ces deux rayons tend à produire : il doit donc être plus lent que celui que produiroit solitairement le rayon jaune, & plus prompt que celui qui naîtroit du rayon bleu; la vîtesse de ce mouvement doit donc être une vîtesse moyenne, que nous supposerons semblable à celle que produiroit un rayon verd : d'où il suit que la fibrille nerveuse doit frémir de la même maniere qu'elle frémiroit si elle étoit ébranlée, & mise en vibration par un rayon vert ; l'ame qui reçoit une telle impression doit donc voir l'objet qui se présente alors sous la couleur verte.

Or on ne peut rien conclure de tout cela, touchant la ténuité des fibrilles nerveuses : il en résulte seulement que l'idée que l'ame se représentera, sera la même, soit qu'elle soit excitée par un rayon naturellement vert, ou par une couleur verte résultante de la combinaison de deux rayons, quoiqu'il y ait une très grande différence entre ces deux couleurs vertes, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus, & que plusieurs expériences le confirment.

§. MDCCCCXVII. Si l'œil, étant immobile, l'image de l'objet peint sur la rétine tombe sur différens points adjacents ; ou si cette image se meut, l'ame verra l'objet extérieur se mouvoir.

Si les images de plusieurs objets, étant peintes sur la rétine, changent ensuite de situation, ou qu'elles acquerent différens rapports de distances entr'elles, les objets extérieurs qu'elles représenteront nous paroîtront se mouvoir, s'approcher ou s'éloigner, & l'ame jugera qu'ils sont véritablement en mouvement.

§. MDCCCCXVIII. Si l'objet étant en repos, on fait mouvoir transversalement son œil, l'image de cet objet se peindra continuellement sur différens points de la rétine, & on aura la même apparence que précédemment (§. 1917). Par conséquent si nous ne sentons point que nous soyons en mouvement, nous jugerons que cet objet est lui-même en mouvement : c'est ce qui a lieu lorsque nous considérons le soleil & les étoiles fixes, qui s'élevent, qui parviennent à notre zénith, & qui se couchent sous notre horison, quoique ces astres soient en repos, & que ce mouvement apparent dépende du mouvement de la terre autour de son axe, qui nous emporte avec elle, tandis que nous sommes en repos sur sa surface. Il en arrive ainsi lorsque couchés tranquillement dans un vaisseau, nous jugeons que la terre s'éloigne de nous avec une vîtesse égale à celle qui emporte le vaisseau dans lequel nous nous supposons en repos ; parceque nous conservons toujours le même rapport de distance aux différentes parties de ce vaisseau.

§. MDCCCCXIX. Si notre œil se meut, & que l'objet qu'il considere se meuve avec la même vîtesse dans le même chemin, ou dans un chemin parallele à celui que notre œil parcourt, nous croirons être l'un & l'autre en repos ; parceque l'image de cet objet se peindra constamment sur les mêmes points de la rétine : mais si l'œil & l'objet ne suivent point le même chemin, ou un chemin parallele, quoiqu'ils aient l'un & l'autre la même vîtesse,

l'objet nous paroîtra ſe mouvoir, & nous jugerons qu'il s'approche, ou qu'il s'éloigne de l'œil, ſuivant le différent angle que la direction de cet objet formera avec la direction de l'œil. Il peut arriver de-là qu'un objet qui ſe mouvera avec une vîteſſe différente de celle de l'œil, paroîtra néanmoins en repos, ſuivant la direction qu'il ſuivra, ou qu'il paroîtra ſe mouvoir avec une vîteſſe bien différente.

§. MDCCCCXX. Si un corps non lumineux ſe meut avec une très grande rapidité, ſoit qu'il parcourt une ligne droite tirée ſelon la direction de l'œil, ſoit qu'il décrive une ligne qui traverſe la direction de l'œil, cet objet ne ſera point ſenſible à l'œil, ainſi qu'on peut le remarquer dans l'exploſion d'un boulet de canon; que l'œil ne peut appercevoir que lorſqu'il a perdu une grande partie de ſa vîteſſe: mais ſi un objet mû avec la même vîteſſe eſt lumineux, on pourra aiſément ſuivre ſa trace: c'eſt ce qu'on remarque lorſqu'on obſerve certains météores qui parcourent en peu de tems de très grands eſpaces.

Si un objet ſe meut très lentement, tel, par exemple, que l'aiguille des heures d'une pendule, l'œil ne peut ſaiſir ſon mouvement, & il paroît en repos.

Un objet paroît en repos quoiqu'il ſoit en mouvement, ſi, pendant une ſeconde, il parcourt un eſpace qui ſoit à la diſtance de l'œil, qui l'examine comme 1 : 1400.

§. MDCCCCXXI. Si deux objets placés à différentes diſtances de l'œil, ſont portés avec des vîteſſes différentes vers un même point, la vîteſſe apparente de celui qui ſera le plus éloigné, ſera à la vîteſſe de celui qui eſt plus proche, comme les eſpaces apparens diviſés par leurs diſtances de l'œil, qui ſont parcourus dans le même tems.

Suppoſons l'œil placé au point O [*Tab.* 42. *fig.* 11.], un objet en A, & un autre en B; que ces deux objets ſe meuvent ſelon des lignes paralleles A C, B D, de façon que la vîteſſe de A ſoit telle qu'il parcourt l'eſpace A C en une minute, ou un nombre de pieds $= a$, tandis que le corps B, dans le même tems, parcourt B D, ou un nombre de pieds $= b$. Si on déſigne le tems par t, les eſpaces parcourus ſeront $= at$ pour A, & bt pour B. Si on réduit ces eſpaces en un ſeul, & qu'on prenne la diſtance $Oa = a\gamma$, & qu'on tire une parallele à AC, on aura l'eſpace apparent parcouru par $A = a\beta$, & l'eſpace apparent parcouru par $B = a\gamma$. Maintenant ſuppoſons $OA = r$, & $OB = R$; $OA = I$, on aura $OA : AC :: Oa : a\beta$, ou $r : at :: I : \frac{at}{r} = a\beta$. On aura encore $OB : BD :: Oa : a\gamma$, ou $R : bt :: I : \frac{bt}{R} = a\gamma$. Par conſéquent le corps le plus éloigné précédera celui qui eſt plus proche de la quantité $\beta\gamma$, qui eſt $= a\gamma - a\beta = \frac{bt}{R} - \frac{at}{r} = \frac{brt - aRt}{Rr} = t \times \frac{br - aR}{Rr}$; & conſéquemment la vîteſſe apparente du corps A ſera à celle du corps B, comme $\frac{a}{r} : \frac{b}{R}$.

Si les vîtesses sont proportionnelles aux distances de l'œil, qui est en O, & que les objets A & B commencent à se mouvoir selon la même ligne, ils paroîtront se joindre en C & en E, & ils le paroîtront toujours ensuite.

Si le corps B se meut avec une vîtesse plus grande que celle qui est proportionnelle aux distances, le corps B paroîtra précéder le corps A.

Si le même corps B se meut avec une moindre vîtesse, on observera le contraire.

§. MDCCCCXXII. L'ame juge encore des distances des objets par le ministere des yeux, & elle en juge de différentes manieres.

1°. Elle en juge par l'angle que forment entr'eux au point A [*Tab.* 42. *fig.* 2.] les deux axes optiques C A, D A, inclinés l'un vers l'autre. Si cet angle est grand, l'objet paroît près; il paroît plus éloigné lorsque cet angle est plus petit. Néanmoins, suivant l'observation de *Déchales* (1), nous ne pouvons plus rien déterminer sur la grandeur de cet angle, si l'objet est à plus de 120 pieds de l'œil; mais nous n'observons pas si bien l'angle que le mouvement des yeux, qui devient très sensible lorsque nous considérons des objets qui sont auprès de nous: & c'est par ce moyen que nous avons acquis la faculté de juger des distances des objets qui sont peu éloignés.

Si en considérant un objet des deux yeux, nous avons appris à juger de ses différentes distances, nous ne pourrons plus en juger lorsque nous ne le considérerons que d'un seul œil; parcequ'alors l'angle C A D ne se formera point: mais il faut remarquer qu'on ne peut voir la distance elle-même, qui est interposée entre l'objet & l'œil; puisque ce n'est qu'une ligne droite imaginaire: c'est pour cela qu'un objet ne se peint bien dans l'œil que lorsque plusieurs autres objets intermédiaires viennent s'y peindre en même-tems; de sorte que nous les voyons placés & disposés les uns à la suite des autres.

Ceci est confirmé par l'expérience suivante: si nous regardons d'un seul œil un objet à travers un petit trou, nous ne pouvons point juger de sa distance à l'œil; quelquefois cet objet nous paroîtra simple, & quelquefois il nous paroîtra double. Voici encore une autre expérience qui confirme la même chose. Si on suspend à un fil, & à la hauteur de l'œil, une bague, de façon qu'on ne puisse voir son ouverture, & qu'elle soit éloignée de l'œil de 2, 3, ou 4 pieds; si, après avoir lié un bâton transversalement à un autre, on ferme un œil, ce sera en vain qu'on espérera faire passer le bout du petit bâton transversal par l'ouverture de l'anneau; ce qu'on feroit cependant très aisément si on répétoit cette expérience avec le secours des deux yeux; car si l'objet n'est pas à une trop grande distance au-delà de l'endroit où la vision est distincte, nous jugeons qu'il est beaucoup plus éloigné: s'il est en-deçà de ce même endroit, nous le jugeons encore plus près; & c'est pour cela que si différentes personnes répetent cette expérience, les unes pousseront trop loin & les autres trop près le petit bâton.

On remarque cependant que ceux qui n'ont l'usage que d'un seul œil, apprennent, à la longue, à juger des distances; parcequ'ils s'accoutument à

(1) Optica. Lib. 2. Prop. 32.

faire attention au mouvement des parties dans l'intérieur de l'œil, aux différentes distances du crystallin à la rétine; distances qui sont plus grandes lorsque les objets sont plus proches, qui sont plus petites lorsque les objets sont plus éloignés : ils font aussi attention au mouvement des muscles extérieurs de l'œil.

Comme il n'y a presque point de différence, ou du moins qu'on n'en apperçoit point entre les angles C A D, lorsque notre vue se trouve fort éloignée des objets, nous ne formerons jamais un jugement certain de ces distances, ou au moins le jugement que nous en portons est le plus souvent faux : c'est pour cela que nous jugeons que les nues, la lune, le soleil, les planettes, les étoiles fixes sont à même distance.

§. MDCCCCXXIII. 2°. Nous jugeons encore des distances, de la grandeur apparente des objets que nous connoissons par leur grandeur réelle. Plus ils nous paroissent petits, & plus nous les jugeons éloignés: plus ils nous paroissent grands, & plus nous les croyons près de nous. Les Peintres, ayant observé ce phénomene, savent, sur un même plan, nous faire paroître des objets très éloignés.

3°. Nous jugeons aussi de la distance des objets par le degré de vivacité ou d'obscurité de leur image; car plus leur image est distincte, & plus l'objet a coutume d'être près de nous : c'est pour cette raison que nous jugeons comme fort éloignés les objets que nous considérons dans les nuages; cependant lorsque les objets sont très près de notre vue, leur image est encore confuse, & on ne peut pas juger alors de leur distance.

4°. On juge de la distance des objets par la vivacité de la lumiere qu'ils réfléchissent, qui est moindre lorsqu'ils sont fort éloignés, & au contraire qui est beaucoup plus vive lorsqu'ils sont plus proches: c'est pour cette raison que nous jugeons plus proches de nous qu'elles le sont réellement les montagnes qui sont naturellement blanches, & qui sont couvertes de neige; nous portons un jugement semblable des feux que nous voyons pendant la nuit, ainsi que de la lumiere des lanternes que nous considérons de loin.

5°. Nous jugeons encore de leur distance en considérant les objets intermédiaires, leurs intervalles & leur grandeur apparente. C'est pour cette raison que nous ne pouvons point porter de jugement lorsqu'il n'y a aucun objet intermédiaire à celui que nous considérons, & qu'on ne peut point juger de la distance qui les sépare, ni de leur grandeur apparente: ce qui a lieu lorsque nous considérons le ciel; car alors les nues, les planetes & les étoiles fixes nous paroissent à même distance.

6°. Nous jugeons enfin de la distance des objets en considérant un même objet de différens endroits.

Or en rassemblant même toutes ces différentes manieres de considérer un objet éloigné, nous ne pouvons jamais juger exactement à l'œil de sa véritable distance; je ne nie point cependant qu'un exercice habituel ne contribue à nous faire mieux juger de la distance des objets qui sont peu éloignés; mais il ne nous donnera jamais la faculté de juger plus exactement de ceux qui sont éloignés.

Il suit de tout ce que nous venons de dire, que les organes des sens, & sur-tout

ſur-tout la vue, ne ſont point des moyens sûrs pour juger ſainement ſi les objets ſont tels qu'ils nous paroiſſent, ou s'ils ſont ſemblables aux idées que l'ame acquiert, & qu'elle s'en forme : certainement les connoiſſances que nous acquérons par les ſens ſont renfermées dans des bornes fort étroites. Nous découvrons, à la vérité, dans les corps, par le miniſtere de la vue, quelque choſe de relatif à nous, ſoit par rapport à leur grandeur, ſoit par rapport à leur diſtance; mais nous n'apprenons rien d'abſolu ſur ces deux qualités. En effet, ſi nous conſidérons ſeulement un ſeul objet, nous ne pouvons exprimer, ni ſa grandeur, ni ſa diſtance; qui plus eſt, ces deux qualités ne paroiſſent pas toujours ſemblables; parceque la peinture qui s'en forme dans l'œil, varie ſuivant la conſtitution & la diſpoſition de cet organe. C'eſt pour cela que ceux qui jouent *de maſſe* au billard, ou qui jouent au *mail*, jouent ſouvent mieux un jour qu'un autre; parceque d'un jour à l'autre il peut ſurvenir quelque changement dans la conſtitution des humeurs de l'œil.

§. MDCCCCXXIV. Il nous reſte encore bien des choſes à dire touchant la viſion, que nous ne pouvons point traiter, ni même ébaucher dans ces élémens que nous ne devons point rendre prolixes : c'eſt pour cela que nous allons terminer ce que nous nous propoſons de dire à cet égard, ſous la forme de problêmes.

1°. Pour quelle raiſon voyons-nous d'abord tous les objets obſcurs lorſque nous paſſons d'un lieu bien éclairé dans un autre qui l'eſt très peu ? Et même pour quelle raiſon ſommes-nous comme aveuglés pendant quelque tems en pareille circonſtance ? Cela vient de ce que nous reſſerrons la pupille lorſque nous nous trouvons dans un endroit fort éclairé, afin que la rétine ne ſoit point offenſée d'une trop vive lumiere : ce qui n'empêche cependant pas qu'elle ne reçoive une forte impreſſion des rayons qui la pénetrent. 2°. Notre ame eſt accoutumée à faire attention à ces mouvemens violens & à ces fortes impreſſions, & n'en fait point à celles qui ſont foibles; lors donc que l'œil, étant ainſi diſpoſé, paſſe dans un endroit obſcur, il n'entre que peu de lumiere par la prunelle retrécie, & ce peu de rayons n'ébranle que très peu la rétine : notre ame ne diſtingue preſque rien ; parcequ'elle eſt déja accoutumée à de plus fortes impreſſions : c'eſt de là que vient cette eſpece d'aveuglement, & que tous les objets nous paroiſſent obſcurs, juſqu'à ce que la lumiere des objets qui brilloient ſi fort auparavant ſe ſoit diſſipée, & que les fibres de la rétine aient perdu une partie de leur mouvement ; alors les rayons de lumiere réfléchis en moindre quantité par les objets renfermés dans cet endroit, pénetrent la rétine, qui ſe dilate inſenſiblement. L'ame ſe fait à des impreſſions moins fortes; & plus nous reſtons de tems dans un endroit obſcur, mieux nous voyons les objets peu éclairés qui s'y trouvent.

2°. Pour quelle raiſon quelqu'un qui ſe trouve dans une chambre peu éclairée voit-il facilement à travers les vitres ceux qui paſſent devant lui au grand jour, tandis qu'il ne peut en être vu ? Cet effet vient de ce que celui qui eſt dans la chambre reçoit beaucoup de lumiere des objets qui ſont au dehors, & qui ſont très éclairés, tandis qu'il en réfléchit beaucoup moins ſur eux que les objets qui les environnent & qui ſont expoſés au grand jour. La lumiere

qu'il réfléchit n'affecte donc que très peu leur rétine, qui est beaucoup plus ébranlée par les rayons qui y viennent d'ailleurs, & leur ame ne fait point alors attention à une si foible impression.

3°. Lorsqu'on cligne les yeux, ou qu'on pleure, & qu'on envisage en même-tems une chandelle allumée, pourquoi les rayons paroissent-ils alors être dardés de la partie supérieure & inférieure de la flamme vers les yeux? M. *de la Hire* a fort bien expliqué ce phénomene, & a fait voir l'erreur de M. *Rohault* à cet égard (1).

Que B [*Tab.* 43. *fig.* 1.] soit la flamme de la chandelle, HH & II les deux paupieres, qui, en clignotant, exprimeront l'humeur de l'œil; laquelle s'attachant aux bords des paupieres & à l'œil, comme proche de a H R & a I S, formera une espece de prisme. La flamme de la chandelle, dardant ses rayons à travers le milieu de la prunelle, se peint sur la rétine, proche de D O X; mais les autres rayons, tels que B A, tombant sur cette humeur triangulaire a H R, se rompent de même que les rayons qui traversent un prisme de verre, & forment, en s'étendant, la queue D L, qui est suspendue à la partie inférieure de la flamme D, d'où elle nous paroît par conséquent provenir comme B M : de même aussi les rayons BC, venant à tomber sur l'humeur triangulaire a I S, se rompent pareillement, & en s'étendant selon X K, ils forment une queue qui est suspendue à la partie supérieure de la chandelle, d'où ils paroissent provenir selon B N.

Il est clair que lorsqu'on intercepte les rayons supérieurs B A H R L, à l'aide d'un corps opaque P, la queue D L doit disparoître dans l'œil; & par conséquent la queue inférieure B M de la chandelle. Or comme il se rassemble beaucoup plus d'humeurs aux paupieres lorsqu'on verse des larmes, ce phénomene doit alors devenir plus sensible.

4°. Pourquoi voit on des étincelles sortir de l'œil lorsqu'on le frotte, ou qu'on le presse dans les ténebres? Cela ne viendroit-il point de ce que le fluide électrique, qui est enveloppé dans les humeurs de l'œil, est excité, & que se manifestant alors, il affecte la rétine par sa lumiere?

Pour quelle raison une méche allumée nous paroît-elle former un cercle de feu, lorsqu'on la tourne rapidement en rond? Cela vient de ce que les houpes nerveuses, qui sont soutenues par le *pigmentum nigrum*, ou par l'humeur onctueuse, se dressent alors dans la rétine, de même que le poil du velours; ces papilles étant mises en mouvement par les rayons de la lumiere, continuent quelque tems à tremousser; de sorte que notre ame apperçoit l'objet pendant tout le tems que ce tremoussement dure. Il y a bien de l'apparence que ce tremoussement persiste pendant une seconde entiere, ainsi qu'on peut le conclure des couleurs que nous voyons dans l'œil, en le pressant du doigt : lors donc qu'on tourne cette méche assez rapidement pour qu'elle acheve chaque révolution dans l'espace d'une seconde, la lumiere qui sort de la méche, & qui répond à un point quelconque du cercle, ébranle une fibrille nerveuse, & la fait tremousser. Cette même lumiere, parvenue au point suivant du même cercle, excite de semblables vibrations dans une autre fibrille; & lorsqu'elle revient à parcourir successivement les mêmes

(1) Mém. Mathématiq. p. 277.

points, elle affecte encore de la même maniere les mêmes fibrilles, dont les vibrations ne sont point encore cessées; leurs vibrations sont donc alors renouvellées, & les fibrilles continuent à être mues de la même maniere que si la méche allumée demeuroit constamment dans ces mêmes points: or comme la même chose arrive dans tous les points du cercle que la méche allumée parcourt, nous devons voir un cercle entierement en feu. C'est pour cette raison qu'une corde d'instrument étant tendue, nous paroît non-seulement double, lorsqu'on la pince, mais encore de la même épaisseur & de la même figure que tout l'espace qu'elle décrit en tremoussant.

Pareillement nous ne nous appercevons pas que nous lisions, ou que nous voyions les objets par interruption, quoique nous clignions continuellement des yeux; parceque la promptitude avec laquelle nous les ouvrons & nous les fermons, fait que l'ame continue à voir les mêmes objets qu'elle voyoit auparavant.

Il paroît, par cette observation, que les fibrilles de la rétine, fortement ébranlées, frémissent pendant quelque tems, & ne perdent qu'à la longue le mouvement vibratoire qu'on leur a imprimé. Si quelqu'un, par exemple, regarde fixement le soleil, tandis qu'il darde ses rayons, & qu'il ferme ensuite les deux yeux, il verra encore l'image du soleil sous la forme d'une tache de couleur rouge; il s'appercevra ensuite que cette couleur changera aussi-tôt en jaune, ensuite en vert, & enfin en bleu: cette derniere couleur venant à disparoître, il ne verra plus rien, & les vibrations produites dans les fibrilles de la rétine cesseront (1). Il suit de cette derniere observation, que les rayons rouges agissent avec le plus d'activité sur la rétine; que l'action des rayons jaunes est plus foible, & que celle des rayons bleus l'est encore davantage.

On peut encore observer un phénomene semblable, si quelqu'un, par exemple, tourne rapidement sur lui même, de sorte qu'il n'emploie qu'une seconde pour faire une révolution entiere; il voit alors tous les objets ambians se mouvoir en sens contraire: lorsqu'il cessera à se mouvoir, il verra encore pendant quelque tems ces mêmes objets se mouvoir circulairement; parceque les frémissemens produits dans les fibrilles nerveuses de sa rétine, ne cessent point tout-à-coup, mais qu'ils subsistent encore quelque tems: ce qui donne une certaine durée au mouvement qu'il croit voir dans les objets.

5°. Pourquoi plusieurs poissons n'ont-ils point d'humeur aqueuse, & pourquoi le crystallin forme-t-il une sphere? Cela vient de ce que cette humeur aqueuse seroit inutile dans l'œil de ces animaux; car comme les rayons devroient passer de l'eau, où ils nagent, dans l'humeur aqueuse de l'œil, ils ne se romproient pas; mais ils continueroient leur mouvement en ligne droite. Ainsi afin que la réfraction des rayons, qui se fait en trois fois dans l'œil de l'homme, se fît en deux fois dans celui des poissons, il falloit que leur crystallin rompît les rayons avec beaucoup plus de force que ne fait celui de l'homme, & conséquemment qu'il formât un petit globe; ce qui

(1) De la Hire, Mém. Mathémat. p 289. §. 70.

fait aussi qu'ils embrassent plus d'objets à la fois. Outre cela, les yeux des poissons sont applatis, & non arrondis; la rétine y est beaucoup plus proche du crystallin, & la cornée est plus applatie : c'est pour cette même raison que les plongeurs voient tous les objets confusément sous l'eau, à moins qu'ils ne se servent de lunettes qui grossissent beaucoup.

7°. Lorsque nous regardons l'objet C [*Tab.* 43. *fig.* 2.] avec l'œil droit B, nous le rapportons au point D; lorsque nous regardons ce même objet avec l'œil gauche A, nous le rapportons au point E : mais si nous le considérons des deux yeux, nous le rapportons alors à un point F, intermédiaire entre D & E. Cet effet ne viendroit-il point de ce que nous rapportons toujours les objets à l'extrêmité de la ligne selon laquelle les rayons qui les dessinent dans nos yeux, parviennent à cet organe, & de ce que l'ame corrige tacitement le jugement qui suit d'une double impression, qui nous porte à croire que ce même objet est en D & en E; en prenant pour cela un point moyen F, point auquel aboutissent les droites tirées de la rétine hors de l'œil, en passant par le milieu du crystallin? Si cela est vrai, on pourroit comprendre aisément pour quelle raison, en considérant un objet des deux yeux, on le voit simple & non double.

8°. Pourquoi les enfans nouvellement nés ne peuvent-ils distinguer aucun objet pendant les 4 ou 5 premieres semaines après leur naissance? Ce qui arrive aussi à plusieurs animaux. Cela viendroit-il, en suivant le sentiment de plusieurs, de ce que la cornée est plus épaisse dans les nouveaux nés, que dans les adultes; que sa texture est plus lâche : on remarque que, dans ces enfans, la cornée a plus d'une ligne d'épaisseur, & qu'elle touche presqu'à l'iris : outre cela, elle est un peu ridée, moins transparente; il y a un tissu cellulaire interposé entre les lames qui la composent, qui ne sont que très mollement unies entr'elles. Elle est encore couleur de roses, couleur qui affecte aussi le crystallin & l'humeur vitrée : on remarque sur-tout encore que l'œil des enfans est dépourvu d'humeur vitrée, ou que le peu qui s'y trouve est d'une couleur blanchâtre & trouble; d'où il suit que les conditions nécessaires pour produire les réfractions requises pour une vision claire & distincte, ne se trouvent point dans ces sortes d'yeux. Il faut donc un certain tems pour que les deux chambres de l'œil se remplissent suffisamment d'humeur aqueuse, pour que cette humeur y perde la couleur qu'elle avoit contractée, & qu'elle devienne très limpide, pour que cette humeur pousse au dehors la cornée, la rende plus mince, & lui fasse prendre la solidité qu'elle doit avoir : il faut également du tems pour que le tissu cellulaire se remplisse d'humeur, pour que ses rides s'effacent; enfin pour que la teinture rouge du crystallin & de l'humeur vitrée disparoisse.

Ne pourroit-on pas dire que cet effet viendroit d'une membrane qui boucheroit l'ouverture de la pupille; que cette membrane, faisant l'office d'une espece de soupape, s'opposeroit au passage de la lumiere, & sépareroit, comme une espece de cloison, la chambre antérieure de la chambre postérieure de l'œil; que cette membrane étant une production de l'uvée, & se trouvant située au milieu de la pupille, disparoîtroit avec le tems? Le célebre *Albin* (1), un des plus grands Anatomistes que nous ayions eu, trouva

(1) Acad. Annot. Lib. 3. cap. XVI. p. 81.

une telle membrane en 1731. Il me paroît que tout ce que nous venons d'indiquer concourt à ce phénomene.

9°. Pour quelle raiſon arrive-t-il que ſi nous tenons pendant la nuit un fil de cuivre mince, ou une aiguille à coudre, & qu'après l'avoir placée entre notre œil & la lumiere d'une chandelle, nous l'approchions & nous la reculions inſenſiblement; pour quelle raiſon, dis-je, cette aiguille paroîtra-t-elle tranſparente & rougie par le feu, lorſqu'elle ſera placée dans un certain point de l'eſpace que nous venons d'indiquer? Cet effet ne viendroit-il point de l'inflexion que la lumiere ſouffre en paſſant le long des deux côtés de cette aiguille, qui eſt telle, que l'ombre qu'elle jette derriere elle ſoit très petite, ou nulle : ce qui fait que l'aiguille paroît tranſmettre pluſieurs rayons de lumiere, ou qu'elle paroît tranſparente & comme rougie par la lumiere?

10° D'où proviennent les couleurs que M. *de Buffon* appelle *accidentelles* (1), & que le D. *Jurin* a auſſi remarquées? Elles paroiſſent dépendre de la diſpoſition actuelle de notre organe, lorſqu'il eſt trop long-tems & trop fortement ébranlé par un objet viſible & éclairé.

En effet ſoit 1°. un petit quarré rouge attaché ſur le milieu d'un carton blanc; ſi nous regardons fixement, & pendant long-tems, ce petit quarré, nous commencerons à obſerver autour de ſa périphérie une eſpece de couronne, qui eſt d'un bleu pâle : ſi nous détournons un peu la vue, & que nous la jettions ſur le carton blanc, nous verrons diſtinctement ſur ce carton le même quarré d'une couleur verte tirant ſur le bleu. L'idée du quarré ne périt point, à moins que nous n'ayions conſidéré d'autres objets.

2°. Soit une tache jaune faite ſur un papier blanc; regardons fixement, & avec beaucoup d'attention, cette tache, nous commencerons par voir autour de ſa circonférénce une couronne d'un bleu pâle : ſi nous portons enſuite les yeux ſur le papier, nous y verrons encore diſtinctement la tache; mais elle nous paroîtra bleue, & cette impreſſion durera encore plus long-tems que la précédente.

3°. Si nous regardons avec attention une tache verte, faite ſur un papier blanc, nous commencerons par obſerver autour de cette tache une couleur blanche un peu teinte en pourpre; ſi nous portons enſuite la vue ſur un endroit du papier qui ſoit blanc, nous verrons une tache couleur de pourpre pâle : mais cette impreſſion ne ſubſiſtera pas long-tems; elle périra plutôt que les précédentes.

4°. Si nous regardons attentivement une tache bleue faite ſur un papier blanc, nous commencerons à voir autour de cette tache une couronne tirant ſur le blanc, & un peu teinte en rouge : ſi nous portons enſuite la vue ſur le papier blanc, nous continuerons à voir cette tache d'une couleur rouge pâle, dont l'impreſſion ne dure pas long-tems.

5°. Si nous fixons des yeux une tache noire faite ſur un papier blanc, nous commencerons à remarquer autour de cette tache une couronne d'un blanc vif; ſi nous portons la vue ſur un autre endroit du papier, nous verrons encore la tache qui paroîtra d'un blanc brillant.

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1743.

6°. Soit une tache blanche ſur un papier noir ; cette tache perd ſa couleur : & ſi on regarde un autre endroit du papier, la tache paroîtra encore plus noire.

Il paroît que ces différentes couleurs ne ſe font remarquer que lorſque les yeux des ſpectateurs ſont fatigués : outre cela ces couleurs ſont différentes des couleurs naturelles; puiſqu'elles ſont pales ou brillantes, & à différentes diſtances, ſuivant que les diſtances des objets qu'on conſidere different entr'elles.

7°. Si nous regardons fixement le ſoleil, nous verrons encore ſon image ſous différentes couleurs, au moins pendant l'eſpace d'une ou deux minutes, après avoir fermé les yeux ; parceque la rétine eſt fortement ébranlée par la lumiere de cet aſtre.

8°. Si on trace ſur un papier blanc un quarré d'une couleur rouge très vive, & qu'on regarde attentivement ce quarré, on commencera à obſerver autour de ſa circonférence une couronne verte ; on verra enſuite changer la couleur qui eſt au milieu du quarré : les côtés paroîtront d'un rouge plus foncé ; après cela les côtés du quarré ſe diviſeront en deux : il ſe formera une croix d'un rouge très foncé, & le quarré paroîtra ſemblable à une fenêtre munie d'une croiſée garnie de 4 panneaux blancs : on remarquera enſuite un rectangle d'un rouge très foncé, auſſi haut, mais moins large que le quarré ; mais l'œil ſera alors extrêmement fatigué, & on ne pourra plus conſidérer ce quarré.

9°. On remarque quelque choſe de ſemblable lorſqu'on conſidere, avec la même attention, un quarré jaune.

La lumiere renvoyée par un objet ſur la partie membraneuſe de la rétine, y peint l'image de l'objet qui la réfléchit. Cette image ébranle les nerfs de la partie poſtérieure & veloutée de la rétine, qui continuent à être ébranlés par l'impreſſion continuelle de la lumiere : le mouvement ſe communique enfin aux fibrilles latérales & adjacentes : & comme ce mouvement perſiſte quelque tems, il ſe communique lentement de proche en proche, quoiqu'avec une moindre force que celle dont il jouit à l'endroit de la rétine, où ſe peint l'image de l'objet. De-là ſi l'image eſt peinte en rouge, les parties qui embraſſent cette image, & qui l'entourent, étant moins fortement affectées, paroîtront vertes ou bleues. Si l'image eſt peinte en jaune, les couleurs ambiantes qui doivent être moins ſenſibles, ſe feront remarquer ſous la couleur d'un bleu pâle. L'image d'une tache verte ſera entourée d'une couleur purpurine; de ſorte que les couleurs qui entourront l'image, ſeront toujours moins claires & moins vives que celles ſous laquelle cette image ſe préſentera à notre vue.

CHAPITRE XXXVII.

De la Dioptrique.

§. MDCCCCXXV. CETTE science traite de la vision, en tant que les rayons de lumiere, avant de parvenir à l'œil, passent auparavant par un milieu diaphane, ou transparent, soit solide, soit fluide.

§. MDCCCCXXVI. Les rayons de lumiere lancés ou réfléchis par un point A [*Tab.* 43. *fig.* 3.] d'un objet, s'écartent les uns des autres, & parviennent à l'œil, selon les directions A D, A B, A E : le rayon A B passant par le centre S du crystallin, tombe sur le point C de la rétine : par conséquent à quelque distance que soit de l'œil le point A, l'ame le voit toujours dans la droite C S B A, & juge même qu'il se rapporte au point où concourent les rayons D A, B A, E A renvoyés par l'œil. On ne connoît pas cependant parfaitement ce point de concours lorsqu'il est à quelques pieds de distance de l'œil; parceque la distance des objets éloignés au-delà de l'œil est toujours incertaine.

§. MDCCCCXXVII. Si les rayons A D, A O, A E [*Tab.* 43. *fig.* 4.] sont réfractés par un milieu transparent M N G, & qu'après avoir traversé ce milieu, ils suivent les directions F H, P B, L K, & que le rayon du milieu P B, passant par le centre S du crystallin, vienne tomber sur le point C de la rétine, l'ame jugera aussi-tôt que ce rayon viendra d'un point quelconque de la droite C S B O, & même du point I, auquel concourent les rayons prolongés H F, B P, K L ; ce qui n'aura cependant lieu que lorsque le point I sera peu éloigné de l'œil ; sans cela, la distance de ce point I demeurera incertaine ; car ces rayons entrent dans l'œil de la même maniere que s'ils partoient directement du point I.

§. MDCCCCXXVIII. Si on emplit d'eau le vase C B C B [*Tab.* 43. *fig.* 6.], & qu'on regarde avec l'œil M R de haut en-bas, le fond B B paroîtra s'élever ; car si on conçoit qu'un point A de ce fond soit éclairé par la lumiere b e A, les rayons A g, A z, ainsi que les rayons intermédiaires que ce point A réfléchit, deviendront divergens en passant obliquement de l'eau dans l'air, ils s'éloigneront de la perpendiculaire f V, & ils suivront les directions g M, z R : par conséquent l'œil placé en M R reçoit ces rayons de la même maniere que s'ils partoient du point a, plus élevé, point auquel se réunissent les rayons M g, R z, lorsqu'on les prolonge ; par conséquent le poit A paroîtra en a : & comme cet effet a lieu pour tous les points du fond du vase, ce fond B B paroîtra plus élevé qu'il ne l'est véritablement. On connoîtra la véritable situation du point a, si, après avoir élevé la perpendiculaire A a S à la surface de l'eau, on fait A S & a S dans le rapport de 4 à 3. Car tel est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence dans l'eau, au sinus de réfraction dans l'air.

En effet, l'angle d'incidence A g V = g A S, & l'angle de réfraction f g M = a g V = g a S; par conséquent dans les triangles S g a, S g A, qui ont une hauteur commune S g, le sinus de l'angle g a S est au sinus de l'angle g A S, comme A S : a s; ou comme le sinus de l'angle d'incidence dans l'eau est au sinus de l'angle de réfraction dans l'air, qui sont entr'eux comme 4 : 3.

§. MDCCCCXXIX. On remarquera encore la même chose si on place un écu P sur le fond de ce même vase vuide d'eau, & que le spectateur s'éloigne en S, où il cesse de voir l'eau; parceque son image est interceptée par le côté opaque C B du vase : si on verse alors de l'eau dans ce vase, le spectateur qui est en S verra l'écu P en un point plus élevé p, par le moyen des rayons qui passent de l'eau dans l'air, & qui sont réfractés selon les lignes P C O, P I R, l'écu même lui paroîtra plus grand.

Supposons, en effet, que l'écu P Q [*Tab.* 43. *fig.* 5.] soit placé sur le fond du vase P D B A; alors l'œil qui est en O, avant qu'on ait mis de l'eau dans le vase, reçoit le rayon P O, qui vient directement de l'extrêmité P, il reçoit pareillement le rayon Q O; de sorte que P O Q est l'angle optique : si on verse alors de l'eau dans ce vase jusqu'en A B, le rayon qui part de l'extrêmité P de l'écu, & qui sort directement de l'eau en A, parvient jusqu'en O sans souffrir de réfraction; l'autre rayon Q F, qui part de l'autre extrêmité Q, passe obliquement de l'eau dans l'air, & conséquemment se réfracte en s'éloignant de la perpendiculaire F E, il suit donc la ligne F O : conséquemment l'œil voit le point Q en G, & l'écu se présente à la vue sous l'angle optique P O G, plus grand que P O Q; par conséquent la grandeur de l'écu doit paroître augmentée : elle paroît cependant moins augmentée; parceque l'œil le juge dans un point plus élevé.

§. MDCCCCXXX. On comprend aussi par là pour quelle raison un bâton C D O [*F.* 7.], plongé obliquement dans l'eau AB, paroît rompu ou fléchi selon la direction C D N. En effet, concevons le point E de ce bâton au-dessous de la surface de l'eau : les rayons E G, E K qui en partent, passent obliquement de l'eau dans l'air, & sont réfractés selon les directions G H & K P; de-là l'œil les voit en H P, de la même maniere que s'ils partoient du point F, point auquel ils se réuniroient s'ils étoient reportés en arriere en partant des points H & P : & comme ce même effet a lieu dans tous les points du bâton, compris depuis D jusqu'en O, la partie D O de ce bâton doit paroître courbée selon la direction D F N.

§. MDCCCCXXXI. Si entre l'œil qu'on suppose en Z [*Tab.* 43. *fig.* 8.], & le point A de l'objet, on place un verre B B, C C, dont les surfaces sont planes & paralleles, & que l'axe de l'œil Z soit perpendiculaire aux surfaces C C, B B, le point A de l'objet se fera remarquer au point a, plus proche du verre.

Concevons seulement les rayons qui partent du point A, & qui entrent ensuite dans l'œil, dont les extrêmes soient A g, A e, ces rayons, traversant obliquement le verre, sont réfractés en s'approchant de la perpendiculaire, & se portent selon les directions e b, g k, pour sortir obliquement du verre pour passer dans l'air, où ils s'éloignent de la perpendiculaire, en suivant les directions b p, k n : or ces rayons, considérés à ces derniers points p, n,

étant

étant prolongés en arriere, iront se rencontrer en a, & seront paralleles à A g, A e : car comme le rayon e b tombe avec le même degré d'obliquité sur la surface C C que sur la surface B B ; p b doit être parallele à A e ; par conséquent l'œil p Z n qui reçoit ces rayons, les reçoit de façon que l'ame juge qu'ils partent du point a, où les rayons b p & n k, étant reportés en arriere, viennent concourir. Plus la force réfringente du verre sera grande, plus le verre sera épais, & plus le point a, paroîtra proche du verre : au contraire, plus la force réfringente du verre sera petite, plus le verre sera mince, & plus le point a sera proche du point A de l'objet ; & conséquemment on verra le point de l'objet qu'on regarde, plus proche de la place qu'il occupe réellement.

Si chaque surface de ce verre ne réfléchissoit point une certaine quantité des rayons qui partent du point A, on verroit plus clairement ce point ; mais il paroît toujours moins clair, parceque le verre intercepte toujours beaucoup de lumiere.

§. MDCCCCXXXII. Un objet A E [*Tab.* 43. *fig.* 9.], considéré à travers un verre B B C C, paroît toujours plus grand qu'il ne l'est réellement.

Supposons l'œil en Q, l'angle sous lequel cet œil verroit cet objet, s'il n'y avoit point de verre, seroit l'angle A Q E : or le rayon qui est réfléchi par le point A, & qui se réfracte dans l'air pour parvenir au point Q, devient A g, qui pénetre le verre, en suivant la route g L, & qui ensuite se réfractant à sa sortie du verre, devient L Q. Pareillement le rayon qui part du point E pour arriver en Q, suit la direction E k ; parvenu au point k, il se réfracte en entrant dans le verre, & il devient k L : enfin sortant du verre au point L, il se réfracte de nouveau, & suit la direction L Q ; par conséquent l'angle optique devient donc L Q L. Si on reporte donc en arriere les lignes Q L, Q L, elles aboutiront aux extrêmités de l'objet qui paroîtroit beaucoup plus grand, si on le voyoit à sa véritable place : mais comme par le §. 1931, on le voit en a e, plus proche du verre, sa grandeur est moins augmentée.

Plus les angles A Q E, a Q e sont différens, & plus la grandeur de l'objet augmente ; ce qui dépend de l'épaisseur du verre, de sa force réfringente & de la plus grande ou de la moindre distance de l'objet au verre : c'est pour cela que lorsque l'objet est près du verre, ainsi que de la surface de l'eau, sa grandeur paroît beaucoup augmentée, ainsi qu'on peut le remarquer dans ces globes de verre creux qu'on remplit d'eau, dans laquelle on fait flotter de petites figures.

§. MDCCCCXXXIII. Si on met un verre à facettes A B C D [*Tab.* 43. *fig.* 10.] entre l'objet F & l'œil O, l'objet F paroîtra multiplié autant de fois qu'il y aura de facettes sur la surface du verre.

Soient les trois surfaces antérieures A B, B C, C D, & la postérieure D A ; l'objet F réfléchit des rayons sur la surface C B, qui, après avoir traversé le verre, parviennent à l'œil, que nous supposons en O, & nous font voir l'objet en F, de même que nous le verrions si nous le regardions à travers un verre plan, dont les surfaces seroient paralleles. Mais il part encore d'autres rayons de lumiere de ce même point F ; tels, par exemple, que F X,

qui tombe sur la surface C D, & qui suit la direction X H: ce rayon parvenu au point H, se porte en O selon la ligne H O, & nous fait voir le même point F au point L; point où parviendroit le rayon visuel, si on le prolongeoit selon la direction O H. Pareillement le même point F envoie encore d'autres rayons, tels, par exemple, que F Z, qui tombe sur la surface B A, & qui est alors réfracté selon la direction Z K, & qui, sortant du verre au point K, aboutit & concourt au même point O, & conséquemment fait que nous rapportons le même point F au point M, extrêmité de la ligne O K M tirée selon la direction O K du rayon visuel; nous devons donc voir l'objet multiplié autant de fois qu'il y a de surfaces à la partie antérieure du verre, en supposant que l'œil au point O soit placé dans un endroit convenable à cette expérience.

Si les surfaces antérieures de ce verre, savoir A B, B C, C D, sont quarrées, & que l'objet F soit un écu, l'image de cet objet, qui passera par la surface B C pour se peindre dans l'œil, pourra se distinguer des autres, si on fait mouvoir un peu, mais circulairement, le verre à facettes; parcequ'alors cette image demeurera en repos, tandis que les autres se mouveront autour d'elle. Mais si les surfaces du verre à facettes sont triangulaires, on remarquera des limbes colorés sur tout le contour des images de l'objet; parceque le verre polygone représente alors un assemblage de prismes; on découvre alors plus difficilement la véritable situation de l'objet, à moins que la surface B C, par laquelle sa véritable image parvient à l'œil, ne soit un plan quadrangulaire, qui ne sépare point en leurs couleurs les rayons de lumiere qui le traversent.

§. MDCCCCXXXIV. Les différentes images formées par les réfractions que les rayons de lumiere éprouvent en traversant toutes ces surfaces planes, sont toujours droites, posées d'une maniere semblable à la situation de l'objet, & tournées du même côté.

En effet, soit l'objet P Q R [*Tab.* 44. *fig.* 1.], qui envoie les rayons de lumiere qu'il réfléchit sur la surface plane refringente A C B, sur laquelle on mene les perpendiculaires P A, Q C, R B: si on prend sur ces perpendiculaires des portions telles que A p, C q, B r, de façon que A p : A P : : C q : C Q : : B r : B R, c'est-à-dire, dans le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction; on verra alors aux foyers p, q, r, une image semblable, & qui sera dans la même situation que l'objet, puisque les parties p q, r q sont dans la même proportion que P Q & Q R; ce qui est manifeste, puisque l'objet P Q R est parallele à la surface refringente A C B. Mais si cet objet est incliné à cette surface, comme dans la fig. 2, & qu'on le prolonge jusqu'à ce qu'il la coupe en D; son image p q r la coupera aussi en D: car si la perpendiculaire B r R s'approche du point D, comme les lignes B r, B R sont entr'elles dans la proportion indiquée ci-dessus, elles disparoîtront ensemble; & comme le triangle p D P est coupé par les paralleles q Q, r R, on aura p q : P Q : : q D : Q D : : q r : Q R, & par conséquent p q : q r : : P Q : Q R.

Pareillement si les rayons qui appartiennent aux foyers p, q, r, sont réfractés par une autre surface plane, parallele ou inclinée, leurs seconds

foyers représenteront une autre image semblable à la premiere, & semblable à l'objet.

§. MDCCCCXXXV. Si on place une lentille convexe des deux côtés EF [*Tab.* 44. *fig.* 3.], entre le point A de l'objet & l'œil qui est en O, le point A paroîtra en a, plus éloigné que l'objet ne l'est de la lentille. Les rayons qui partent du point A, sont envoyés sur toute la surface EbbF de la lentille; mais, pour une plus grande commodité, ne considérons seulement que ceux qui entrent dans l'œil O; ces derniers sont Ab, Ab, ainsi que tous ceux qui sont intermédiaires, c'est à-dire, entre les rayons b, b. Lorsque ces rayons pénetrent la lentille, ils y souffrent des réfractions qui les rapprochent des perpendiculaires pbp, pbp, & ils deviennent par conséquent moins divergens; mais lorsque ces mêmes rayons sortent de la partie postérieure cc de cette lentille, ils souffrent encore une nouvelle réfraction, qui les éloigne des perpendiculaires cq, cq, ce qui les rend encore moins divergens, & qui les porte selon les lignes cd, cd; or ces lignes reportées en arriere, concourent & se rassemblent au point a, plus éloigné que le véritable point A, de l'objet: ces rayons entrent donc dans l'œil de la même maniere que s'ils partoient du point a, & font voir l'objet en a.

§. MDCCCCXXXVI. Lorsque l'objet AE [*Tab.* 44. *fig.* 4.] n'est pas fort éloigné de la lentille, & que l'œil O, placé derriere cette lentille LK, en est aussi fort proche, cet objet, considéré à travers cette lentille, paroît plus grand qu'il ne l'est réellement.

En effet, les rayons Ab, Ed, renvoyés par les extrêmités A & E de l'objet, & qui tombent sur la surface de la lentille LK, se rompent de façon qu'en sortant de cette lentille, ils deviennent plus convergens vers le point O, où ils se rassemblent & où ils forment l'angle cOd plus grand que l'angle AOE, sous lequel cet objet auroit été vu par l'œil O, si on avoit supprimé la lentille. L'objet paroîtra donc plus grand : d'ailleurs, puisque par le §. 1935 cet objet paroît dans un endroit plus éloigné ae, il doit paroître plus grand.

§. MDCCCCXXXVII. On conçoit aisément, par ce que nous venons de dire, pour quelle raison une suite d'estampes CD, EF, GH, IK, LM [*F.*7.], posées les unes au-dessous des autres, selon la longueur d'une boîte longue ABPQ, & ouverte au milieu, paroissent sous de plus grandes dimensions & à une très grande distance, lorsqu'on les regarde à travers une lentille convexe N, sur-tout si elles sont dessinées selon les regles de l'optique.

2°. On conçoit aussi pourquoi, si on regarde avec les deux yeux à travers une grande lentille convexe A [*T.*44.*F.*8.], disposée devant un miroir incliné S, on verra, sous de plus grandes dimensions & à une très grande distance au-delà de la lentille, une estampe T, posée dans une situation renversée au pied de la machine, de façon que les rayons réfléchis par cette estampe, se portent sur le miroir S, qui les renvoie sur la lentille qu'ils traversent, pour peindre dans nos yeux l'image de l'estampe.

3°. On conçoit aussi le méchanisme de la chambre obscure [*T.*44.*F.*9.], en plaçant une lentille convexe dans un trou fait au volet d'une des fenêtres d'un appartement.

En effet, les objets de dehors réfléchissent des rayons, qui pénetrent le

milieu de cette lentille, & viennent peindre sur le mur opposé & blanchi, l'image de ces objets. Cette image sera très distincte, si le mur se trouve disposé au foyer de la lentille : mais elle sera confuse, s'il est plus éloigné ou plus proche de la distance qui détermine son foyer. Cette image sera encore peu distincte, si le diametre de la lentille est trop grand, parcequ'elle transmettra alors trop de rayons lumineux dans la chambre : son diametre sera très bien, si la longueur du foyer de la lentille, ou sa distance au mur, étant $= a$, & le demi diametre de cette lentille $= b$, on a $\frac{bb}{a}$ plus petit que $\frac{1}{50}$ de doigt. Comme il arrive souvent qu'il y a plusieurs objets au-dehors qui sont à différentes distances les uns des autres, les images de tous ces objets ne viennent point se peindre aussi distinctement les uns que les autres sur le mur ; car les rayons qui partent de chaque point des objets qui sont les plus éloignés, approchent davantage du parallélisme : par conséquent ces rayons réfractés par la lentille se réunissent & se rassemblent à un point avant le mur. Les objets qui sont plus proches, ont leur foyer au-delà du mur : on ne voit donc alors distinctement qu'un très petit nombre d'objets.

Plus le mur sera éloigné de la lentille, & plus le spectre sera grand; mais aussi plus il est grand, moins il est distinct. Il faut donc, dans cette expérience, ne point trop éloigner de la lentille le plan sur lequel on reçoit l'image de ces objets, & conséquemment choisir une lentille, dont le foyer n'ait pas plus de 4 à 5 pieds. Ce sont ordinairement celles dont on fait usage pour ces sortes d'expériences.

§. MDCCCCXXXVIII. Si la lentille dont on fait usage est sphérique concave C C [*Tab.* 44. *fig.* 5.], & qu'elle soit placée entre l'objet A & l'œil d d, l'objet qu'on regardera à travers cette lentille, paroîtra plus rapproché, il se fera voir en a; & c'est ce qu'on appelle le *foyer imaginaire*.

Soit le point A de l'objet qui réfléchit des rayons divergens sur toute la surface antérieure de la lentille, ne considérons que les rayons A b, A b, & ceux qui sont compris entre ces deux, qui sont ceux qui pénetrent dans l'œil : ces rayons étant réfractés à leur passage dans la lentille, deviendront plus divergens, & suivront les directions b e, b e; ces mêmes rayons deviendront encore plus divergens à leur sortie de la lentille, & suivront les lignes e d, e d, par conséquent l'œil placé en d d, recevra ces rayons de même que s'ils partoient du point a, point auquel concourrreoient & se rassembleroient les rayons d e, d e, si on les prolongeoit en arriere.

§. MDCCCCXXXIX. Si on place entre l'objet A E [*Tab.* 44. *fig.* 6.] & l'œil O, une lentille concave S S, en regardant à travers cette lentille on verra l'objet droit plus petit, & dans un endroit plus proche a e; en effet, les rayons réfléchis par les extrêmités A, E de l'objet, & qui parviennent à l'œil O, après s'être rompus à leur entrée & à leur sortie de la lentille, suivent d'abord les directions A b, E b; lorsqu'ils se réfractent à leur passage dans le verre, ils prennent les directions b c, b c, & lorsqu'ils sortent de cette lentille, ils continuent à se mouvoir selon les directions c O, c O; conséquemment l'œil placé en O, voit l'objet A E sous l'angle optique c O c, qui est beaucoup plus petit que l'angle A O E, sous lequel ce même œil eut

vu cet objet, si on n'eût point interposé de lentille entr'eux : or, comme chaque point A E de l'objet doit paroître plus proche de la lentille, c'est-à-dire, en a e, ainsi que nous l'avons déterminé précédemment, cet objet doit paroître plus proche, plus petit, & droit.

Lorsque nous considérons des objets à travers des lentilles de cette espece, nous jugeons qu'ils sont beaucoup plus éloignés qu'ils ne le sont réellement, parcequ'ils paroissent plus petits, ainsi qu'il arrive aux objets qui sont fort éloignés ; or c'est une erreur qu'il faut corriger, car l'image de l'objet est véritablement plus proche de la lentille, puisqu'elle se trouve en a e.

§. MDCCCCXL. Si du centre E [*Tab.* 44. *Fig.* 10, 11, 12.] d'une lentille, & d'un rayon EP, nous décrivons un arc de cercle PQR, & qu'on considere cet arc, de même qu'un objet, son image p q r sera un arc semblable & concentrique, dont la longueur sera à celle de l'objet, à raison des distances à leur centre commun E, & cette image sera droite, ou renversée par rapport à l'objet, suivant qu'elle sera placée d'un côté ou de l'autre.

L'évidence de cette proposition, par rapport à toutes les surfaces concentriques, paroît par la seule inspection de la fig. 10 [*Tab.* 44. *fig.* 11. 12. 13.], puisque les parties de ces surfaces sont semblablement opposées aux parties de l'objet concentrique : or les foyers des rayons paralleles sont placés dans la lentille, dans un arc concentrique à l'arc G F H, dans lequel se trouvent les foyers des rayons paralleles, qui viennent de la partie opposée (§. 1758); car P p, Q q sont troisiemes proportionnelles aux distances P Q, P E, ainsi qu'à Q F, Q E ; par conséquent l'image p q r est un arc concentrique à l'objet P Q R : & comme on considere les axes des rayons comme des lignes droites qui passent par le centre E de la lentille, on aura les angles p E r, P E R égaux entr'eux : par conséquent le rapport de l'image à l'objet sera le même que celui de leurs distances au point E ; par conséquent, suivant que les extrêmités P p seront placées d'un côté ou de l'autre de E, Q & q, ainsi que R r, seront semblablement placés.

§. MDCCCCXLI. Plus l'objet circulaire PQR sera petit, par rapport à la distance au point E, & moins il différera d'une ligne droite ; ce qui aura aussi lieu par rapport à l'image de cet objet : c'est pour cette raison qu'un objet plan, placé à une très grande distance d'une lentille, forme une image presque plane.

§. MDCCCCXLII. Dans les yeux des vieillards, la cornée, ou le crystallin, ou quelquefois ces deux parties s'applatissent, parceque l'humeur aqueuse ne se sépare pas assez abondamment dans les deux chambres, ou parceque les vaisseaux du crystallin ne sont point assez remplis ; ces yeux étant ainsi constitués, ils ne peuvent point assez réfracter les rayons divergens des objets qui sont proches, pour les réunir sur la rétine, & pour qu'ils y forment une image bien distincte. Pour obvier à cet inconvénient, on fait usage d'un verre convexe, placé entre l'objet & l'œil : ce verre, par la réfraction qu'il occasionne, rend moins divergens les rayons qui partent de l'objet ; ce qui fait que lorsqu'ils pénetrent dans l'œil, ils sont assez réfractés, par les trois humeurs qu'ils ont à traverser, pour venir peindre sur la rétine une image fort distincte. Outre cela, à l'aide d'un verre convexe, les vieillards peuvent approcher plus près de l'œil, l'objet qu'ils étoient obligés d'éloigner beaucoup,

pour rendre moins divergens les rayons qui en partoient : ajoutez à cela qu'une lentille rassemblant les rayons, fait qu'il en passe un plus grand nombre par la pupille ; ce qui produit le même effet que produiroit la dilatation de la pupille : c'est pour cela que les vieillards, dans qui la pupille devient toujours plus petite, & conséquemment dans qui la vue s'affoiblit, peuvent encore voir distinctement les objets qui sont proches, en faisant usage des lunettes.

§. MDCCCCXLIII. L'usage des verres à lunettes n'est pas encore fort ancien : il paroît qu'on doit placer cette découverte entre les années 1280 & 1311 de l'ere chrétienne. *Roger Bacon*, mort à Oxfort en 1292, avoit l'art de polir ces sortes de verres, & nous en a laissé la description (1). *Alexandre de Spina*, qui mourut en 1313, avoit aussi le même talent (2). On lit à Florence une inscription sur le tombeau de *Salvini Armati*, noble Florentin, par lequel on constate qu'il fut l'inventeur des lunettes : or il fut inhumé en 1317 (3).

§. MDCCCCXLIV. Comme les rayons de lumiere se réfractent considérablement dans les yeux des myopes, & qu'à cause de cela ils ne peuvent voir distinctement que les objets qui sont très proches ; & dont les rayons sont très divergens ; on peut leur procurer la facilité de voir aussi distinctement les objets éloignés, en leur procurant l'usage d'un verre concave, dont la propriété est d'augmenter la divergence des rayons.

§. MDCCCCXLV. On voit les objets considérablement augmentés, lorsqu'on les regarde à travers une petite sphere d'eau, ou de verre, ou à travers une lentille convexe de verre, qui fait portion d'une petite sphere ; par ce moyen on parvient à distinguer les parties les plus petites de l'objet qu'on considere. On donne le nom de *microscope* à cette espece de lentille.

Il paroît surprenant que l'usage du microscope soit aussi peu ancien qu'il l'est : puisqu'on savoit que de petites gouttes d'eau, placées dans des trous faits à de petites plaques de similor, formoient d'excellens microscopes, à l'aide desquels on voyoit distinctement les objets, sous de plus grandes dimensions ; puisqu'on n'ignoroit point que *Séneque* avoit dit que par le moyen d'une boule de verre remplie d'eau, on pouvoit voir très clairement & très distinctement des lettres, quelques petites & quelques obscures qu'elles fussent (4). Cela paroît encore plus surprenant, que dès le treizieme siecle on avoit l'art de faire des lunettes à mettre sur le nez, & que ces lunettes sont des especes de microscopes. Quoi qu'il en soit, on ne commença à faire des microscopes qu'après le dix-septieme siecle, & à les employer à la spéculation des objets insensibles, qu'on a peints ou décrits d'après les observations qu'on a faites avec cet instrument.

C'est par le moyen des microscopes qu'on a découvert un nouveau monde de petits objets. Parmi ceux qui se sont servis les premiers de cet instrument, il faut compter *Fr. Stelluti*, qui nous a donné, en 1625, la description des parties les plus petites des abeilles. *Fontana* cependant reclame pour lui

(1) Perspect. Part. 3. D. 2. cap. 3. (2) Redi Epist. ad Falconerium. (3) Acta Lipsiens. ann. 1740. Nova Acta. Tom. 6. §. 5. p. 312. (4) Seneca Quest. Nat. Lib. 1, cap. 6.

l'honneur de cette invention, qu'il dit avoir trouvé en 1618 (1). Nous avons eu ensuite *Hodierna*, *Pierre Borelli*, *Power*, *Robert Hooke*, *Grew*, *Malpighi*, *Leeuwenhoek*, *Bonanni*, *Griendel*, *Joblot*, *de Reaumur*, *Geer* (2), *Baker* (3), *Cappeler* (4), *Trembley*, *Turbevil*, *Needham*, *Adams*, *Joh. Hill*, & *Lyonett* qui tient le premier rang parmi ces habiles Observateurs, qui ont enrichi les Sciences de leurs observations microscopiques.

§. MDCCCCXLVI. Pour connoître sous quelle grandeur on voit un objet, lorsqu'on l'examine d'un œil aidé du secours d'un microscope, il faut placer un objet PQ [*Tab.* 45. *fig.* 2.], au foyer d'une lentille AE: si l'œil est proche de cette lentille, il verra distinctement cet objet sous l'angle BEC = PEQ. Supposons maintenant qu'on soit obligé de porter l'œil à la distance LQ de l'objet, pour qu'on puisse le voir distinctement, sans le secours du microscope; on aura alors l'angle optique PLQ, sous lequel on verra cet objet PQ. Soit donc conduite QO = QE, on aura l'angle PEQ = POQ : PLQ : : LQ : QO ou QE. Or la grandeur apparente d'un objet est toujours relative à l'angle optique sous lequel on le voit, & conséquemment la grandeur apparente d'un objet, observé à travers un microscope, est à celle sous laquelle on le voit en le considérant simplement avec l'œil, comme LQ : QO ou QE, c'est-à-dire, que la lentille augmente autant de fois la grandeur apparente de l'objet. Comme on voit ordinairement les petits objets à la distance de 7 à 8 pouces, & qu'à l'aide d'un petit microscope, on les voit à une moindre distance, savoir, à une ligne du centre de la lentille, si nous supposons donc que LQ : QE : : 90 : 1, la grandeur apparente d'un objet, vu à travers un microscope, sera 90 fois plus grande que celle sous laquelle on le verra, si on l'examine simplement avec l'œil. Sa surface sera donc $90 \times 90 = 8100$ fois plus grande, & sa solidité $90 \times 90 \times 90 = 729000$ fois plus grande.

§. MDCCCCXLVII. Par conséquent si on place l'œil en E ou en O, on verra l'objet PQ sous les mêmes dimensions que si on le voyoit à travers un microscope. Quoique cette proposition soit très vraie, la pratique ne satisfait point à cet égard; parceque l'objet paroît alors très confus; ce qui vient de ce que les rayons réfléchis par chaque point de l'objet, sont trop divergens pour qu'ils puissent se rassembler sur la rétine après avoir été réfractés en traversant les humeurs de l'œil: mais en plaçant entre l'œil & l'objet un microscope qui réfracte les rayons avant leur passage dans l'œil, où ils subissent une nouvelle réfraction, ils peuvent se rassembler très bien sur la rétine; d'où il suit que nous ne voyons point les objets plus grands, à l'aide du microscope, que nous les verrions en les considérant de très près avec l'œil; mais que cet instrument fait que nous les voyons distinctement, tandis que nous ne les verrions que très confusément si nous les considérions de si près.

§. MDCCCCXLVIII. Comme la structure de l'œil n'est point la même dans tous les hommes, ils ne voient point tous aussi distinctement les objets

(1) Journ. des Sav. ann. 1677, p. 175 (2) Mém. pour servir à l'Hist. des Insectes. (3) Emploiments for the Microscopes. (4) Prodromus crystallographiæ Lucernæ, ann. 1723.

à la même distance. Il y en a qui distinguent très bien les petits objets, tels que les grains de sable, à la distance de 7 pouces, d'autres à la distance de 5 pouces, d'autres enfin ne les peuvent bien distinguer qu'à 3 pouces de distance. Cette distance varie même ordinairement par rapport à un même homme, suivant qu'il avance en âge. On remarque aussi quelquefois que les deux yeux d'un même homme sont fort différens l'un de l'autre. C'est par rapport à toutes ces différences, qu'il y a des personnes qui voient à travers le microscope les objets plus grands que les autres ne les voient, ainsi que l'expérience le confirme.

§. MDCCCCXLIX. Chaque fois que nous voulons observer attentivement, avec le microscope, de nouveaux objets, il faut commencer à les regarder à travers un microscope simple, en faisant d'abord usage d'une lentille peu convexe & qui grossisse peu : on les examinera ensuite avec d'autres lentilles, qui feront successivement portion de plus petites spheres, & qui grossiront davantage : c'est ainsi qu'en allant par gradation, nous connoîtrons mieux la structure intérieure de ces objets, que si nous les examinions d'abord avec des lentilles qui seroient très convexes.

Si les lentilles dont on fait usage sont extrêmement petites, de sorte qu'elles ne soient pas plus grosses qu'un grain de sable, les objets qu'on considérera à travers ces lentilles, seront très obscurs, si on n'a pas le soin de les bien éclairer. Il n'y a que les habiles Observateurs, ceux qui sont très versés dans l'art de préparer les petits objets, qui puissent se servir avantageusement de si petites lentilles ; &, comme ils savent éclairer un champ assez vaste, ils peuvent attendre beaucoup de ces sortes lentilles, pour découvrir les plus petites parties des objets.

Quiconque veut examiner toutes sortes d'objets avec un microscope, doit avoir des appareils de différentes especes ; car ceux qui sont très propres à examiner de grands objets opaques ou transparens, ne peuvent point servir avantageusement pour de petits objets, soit qu'on veuille les examiner promptement ou pendant long-tems : mais comme ces différens appareils sont très connus, je me dispense d'en donner ici la description.

§. MDCCCCL. Lorsqu'une seule lentille ne grossit point assez un objet, on peut y en ajouter une seconde & même une troisieme. *Corneille Drebbel*, Hollandois, est l'inventeur de ce microscope composé, dont il fit part au Public en 1621, comme nous l'apprend M. *Huyghens* (1). Cette espece de microscope a subi bien des modifications depuis son invention ; différens Artistes l'ont corrigé, amplifié, afin de donner plus de lumiere aux objets qu'on examine à l'aide de ce microscope, & de les faire voir plus clairement, plus grands & aussi distinctement que faire se peut. On a pris aussi tous les soins possibles pour donner à ces microscopes tout le champ dont ils sont susceptibles, afin de pouvoir embrasser d'un seul coup d'œil les grandes parties d'un même objet. La plus petite lentille, qui fait partie de ces microscopes, & qui est la plus proche des objets, se nomme l'*objectif :* celle qui est placée auprès de l'œil, s'appelle *oculaire.*

§. MDCCCCLI. La grandeur de l'objet qu'on découvre d'un seul coup

(1) Dioptrica ; pag. 221.

d'œil

d'œil, en regardant à travers le microſcope, ſe nomme *le champ du microſcope :* ce champ eſt d'autant plus grand, que l'œil eſt plus proche de l'oculaire; & au contraire, il eſt d'autant plus petit, que l'œil eſt plus éloigné de ce verre.

§. MDCCCCLII. De quelle maniere les rayons de lumiere pénetrent-ils un microſcope composé de deux verres ? On pourra le comprendre aiſément à l'aide de la fig. 5. Soit l'objet A B [*Tab.* 45. *fig.* 5.], placé à une diſtance convenable au-devant de la lentille objective C D, le point inférieur A de cet objet renvoie des rayons de lumiere qui pénetrent le centre E de la lentille, de même que le point ſupérieur B du même objet: ces rayons ſont A E M, B E L, qui vont peindre l'image de l'objet en L M, où elle ſe trouve ſuſpendue en l'air; & ſi on plaçoit un plan blanc à cet endroit, l'image de l'objet ſe peindroit ſur ce plan, de la même maniere qu'elle ſe peint dans une chambre obſcure. L'image L M eſt donc une eſpece d'objet radieux qui jette des rayons de lumiere; de ſorte que A E M ſe continue juſqu'en H, & B E L juſqu'en G, où ſe trouve placée l'autre lentille oculaire G H : cette lentille eſt éloignée de l'image L M à une diſtance égale au foyer des rayons paralleles. Cela poſé, les rayons L G, M H, en paſſant par la lentille, y éprouvent une réfraction: ceux qui viennent d'un même point de l'objet, deviennent paralleles; mais ceux qui viennent des points M & L, viennent concourir au point O par leur réfraction, & forment, par ce concours, l'angle G O H; de ſorte que l'œil placé en O, voit l'objet en F K, & de la grandeur F K. Ce même œil, en ſupprimant les lentilles, verroit l'objet A B ſous l'angle optique A O B; mais ſi on adaptoit la lentille C D, il le verroit ſous l'angle L E M, tandis que dans la poſition préſente, où on ſuppoſe deux lentilles C D, G H, il le voit ſous l'angle F O K, & conſéquemment beaucoup amplifié; mais dans une ſituation renverſée.

On conſtruit encore des microſcopes avec trois lentilles, en les diſpoſant de la maniere ſuivante. Suppoſant que B A [*Tab.* 45. *fig.* 6.] ſoit un objet tranſparent, ou au moins qui puiſſe tranſmettre une grande quantité de lumiere; on place auprès de cet objet la lentille objective K E C, qui peut être de différente convexité, & par conſéquent d'où on approche, ou on éloigne l'objet. Du point ſupérieur B de l'objet part un rayon de lumiere qui paſſe directement par le point E, & qui continue à ſe mouvoir en ligne droite juſqu'en r, les autres rayons B K, B C traverſent cette lentille, & deviennent convergens. Pareillement le rayon A E x qui part du point A de l'objet, paſſe directement par le point E, & continue à ſe mouvoir en ligne droite; les autres rayons A C, A K deviennent convergens après avoir traverſé la lentille K C. Mais avant que les premiers rayons dont nous venons de parler, ainſi que ces derniers, ſe réuniſſent pour peindre l'image de l'objet, on place un grande lentille convexe G H, qui réfracte ces rayons, & qui les fait concourir en f & en d, où ils viennent peindre l'image f d de l'objet B A, mais dans une ſituation renverſée : on place outre cela une troiſieme lentille k n à la diſtance du foyer de l'image f d, dont les rayons f k, f q, s'éloignant du point f de l'image, ſont réfractés par la lentille k n, pour qu'ils puiſſent aboutir parallelement en O. Pareillement les rayons qui partent du point d, & qui s'en éloignent en s'écartant les uns des autres, ſont

réfractés par la lentille k n, & parviennent parallelement au même point O, formant l'angle optique a O p. L'objet qu'on considere avec un tel microscope, paroît renversé, mais beaucoup plus grand; & comme il y a beaucoup de lumiere interceptée par les trois lentilles, l'objet B A paroît plus obscur. Pour obvier à cet inconvénient, on a imaginé d'adapter à la machine un miroir concave S S, qu'on dispose dans une situation inclinée au-dessous de l'objet sur lequel il réfléchit les rayons du soleil qui tombent dessus, ou simplement la lumiere du jour, ou même celle d'une chandelle: cet objet, éclairé par une telle lumiere, se voit beaucoup plus clairement, & sous un très beau champ.

Le microscope simple est néanmoins préférable à tout microscope composé quelconque; parcequ'on voit plus clairement & plus distinctement un objet à travers un microscope simple, qu'on ne voit son image, comme il arrive dans les microscopes composés : car les images des objets ne se peignent jamais parfaitement & très distinctement; parceque tous les rayons de lumiere ont différens degrés de réfrangibilité, & par conséquent le jugement qu'on porte sur l'image d'un objet, n'est jamais aussi sûr que celui qu'on peut porter lorsqu'on voit l'objet lui-même. Ajoûtez encore à cela, qu'on a imaginé depuis peu la maniere d'éclairer parfaitement les objets qu'on veut examiner avec un microscope simple; ce à quoi on parvient en disposant au-dessus de l'objet un miroir concave, qui est toujours plus parfait lorsqu'il est de métal, que lorsqu'il est de verre, ainsi que l'expérience le démontre.

Quiconque sera curieux de voir une méthode plus détaillée de construire des microscopes, & même de différentes especes, que celles dont nous venons de parler, pourra consulter là-dessus le célebre *Benjamin Martin* (1). On pourra encore consulter *Hen. Baker* (2), *George Adams* (3); mais surtout *Lyonett* (4) (*Mussenbroek* le nomme en Latin *Lyonnettus*), qui nous ont donné des méthodes très curieuses pour préparer les objets microscopiques, pour les conserver & pour les examiner.

§. MDCCCCLIII. Nous devons aussi depuis peu au célebre *Lieberkuhn*. l'invention du microscope solaire, dont *Baker* (5), *Martin* (6), & plusieurs autres, nous ont donné la description. Ce microscope est composé d'un miroir qui reçoit les rayons du soleil, & qui les renvoie parallelement à l'horison sur une grande lentille, qui les rassemble sur un objet transparent pour le pénétrer d'une plus vive lumiere: ces rayons, après avoir pénétré cet objet, tombent sur la lentille, qui les rassemble aussi tôt en un foyer, d'où ils deviennent divergens en s'avançant en avant, & vont peindre en grand sur un plan blanc qu'on leur oppose, l'image de l'objet qu'ils ont pénétré. Cette image est plus belle encore lorsqu'on la reçoit sur un plan concave.

Mais ce microscope a cela d'incommode, que l'image de l'objet ne se

(1) Philosoph. Britanniq. Vol. 2. Lect. 9 & 10.
(2) The Use of Microscop, made easy.
(3) Micographia illustrata.
(4) Verhandelinge der Haarlemse Maatschappy. Vol. 3.
(5) Henr. Baker the Microscop made easy. Cap. 6.
(1) Philos. Britann. Vol. 3.

peint point très diſtinctement ; & par conſéquent on ne peut point faire des obſervations fort exactes à l'aide de ce microſcope. Le célebre *Euler* (1) a entrepris de remédier à ce défaut, & pour cela il a ſubſtitué un miroir de métal plan au miroir de verre, dont on faiſoit uſage auparavant ; parcequ'un miroir de verre réfléchiſſant les rayons par ſes deux ſurfaces, fait que les bords du ſpectre ne ſont jamais bien terminés, au lieu que le miroir de métal n'ayant qu'une ſurface réfléchiſſante termine plûs exactement les bords des images.

J'ai fait graver ici une microſcope ſolaire [*Tab.* 45. *fig.* 7.], tel qu'il a été perfectionné par un célebre Ouvrier de Leyde, nommé *Jean Paauw.*

A l'aide de ce microſcope, les objets paroiſſent extrêmement augmentés ſur le plan blanc qui en reçoit l'image ; car la grandeur de cette image eſt à celle de ſon objet, comme la diſtance du plan à la lentille eſt à la diſtance de l'objet à la lentille.

Suppoſons donc que le foyer de la lentille ſoit d'un pouce, & que la lumiere qui pénetre l'objet éloigné d'un pouce de la lentille, ſoit compoſée de rayons paralleles, le foyer où ces rayons ſe raſſembleront, ſera à un pouce de diſtance au-delà de la lentille, ſi le plan qui reçoit l'image eſt à 12 pouces de la lentille, la grandeur linéaire de l'image ſera à celle de l'objet, comme 12 : 1 ; & la grandeur de leurs ſurfaces ſeront entr'elles dans le rapport de 144 à 1.

Si le foyer de la lentille étoit d'une ligne, & que le plan fût éloigné de 12 pouces, la grandeur linéaire de l'image ſeroit à celle de l'objet, comme 144 à 1 ; & conſéquemment les ſurfaces ſeroient entr'elles, comme 144 × 144 : 1, ou : : 20736 : 1.

Si ce même plan étoit à 6 pieds de diſtance de la lentille, ce rapport deviendroit = 144 × 144 × 36 : 1, ou : : 746496 : 1 ; ces nombres deviendront très grands ſi on conſidere les ſolidités des objets.

§. MDCCCCLIV. On conſtruiſit un (2) téleſcope [*Tab.* 46. *fig.* 1.] en diſpoſant dans l'intérieur d'un même tube, à quelque diſtance l'une de l'autre, une lentille convexe & une concave : on fit uſage de cet inſtrument, pour voir diſtinctement les objets éloignés qu'il groſſit, & qu'il repréſente droits. Les rayons lumineux qui partent des objets, ou qui en ſont réfléchis, ſe raſſemblent dans l'œil de la maniere que nous allons indiquer, & que M. *Molineux* a très bien décrite.

Suppoſons un objet ABC très éloigné, du point ſupérieur duquel A ſoient renvoyés trois rayons a, a, a ; du point du mileu B, les rayons b, b, b, & du point inférieur C, les rayons c, c, c : avant que les rayons qui partent des extrêmités A & C, pénetrent dans le tube, ils ſe coupent en quelqu'endroit ; lorſque ces rayons pénetrent enſuite dans ce tube, ils tombent ſur la ſurface convexe de la lentille Z Y X, qu'on appelle *l'objectif* du téleſcope : cette lentille réfracte ces rayons de maniere qu'ils co incident en f, e, d, où ils peignent l'image de l'objet qui les renvoie. Or on place une lentille

(6) Comment. Petropol. Nov. Tom. 3.

(2) On donne ici le nom de téleſcope à ces inſtrumens que nous nommons lunettes d'approche.

concave G L entre le concours de ces rayons & la lentille objective à un point éloigné de ce concours, égale au foyer imaginaire de la lentille concave : cette lentille G N M L est appellée l'*oculaire* du télescope; son effet est de rendre paralleles, ou presque paralleles, les rayons qui partent d'un même point de l'objet, & qui sont convergens : au reste elle les rend divergens en T [*Fig.* 2.] & en R, & elle les sépare des autres rayons qui viennent des autres points de l'objet. L'œil placé derriere l'oculaire, reçoit les rayons paralleles, ou ceux qui sont peu divergens, comme s'ils venoient de chaque point de l'objet; il les réfracte & les oblige à se réunir sur la rétine, & à y peindre l'image T E R, laquelle, étant située de la même maniere que si l'œil regardoit à nud, & sans le secours du télescope, l'objet qu'il considere à travers cet instrument : cet objet lui paroît très distinct, & dans sa situation naturelle. Comme cet objet paroît sous l'angle T P R [*Fig.* 1.], auquel l'angle f h d est égal, & qui est beaucoup plus grand que l'angle f Y d, sous lequel l'œil auroit vu ce même objet sans le secours des lentilles, cet objet doit donc être amplifié dans le rapport de e Y à e h : outre cela cet objet doit être vu très distinctement; puisque son image se peint sur la rétine de la même maniere qu'il s'y peindroit si on supprimoit les lentilles; tandis que si on fait usage des télescopes qui sont construits différemment, & qu'on y considere les images qui s'y présentent, il n'y aura que l'image de l'image qui se peindra sur la rétine.

Le *champ visible*, ou tout ce qu'on découvre en même-tems d'un seul aspect, par le moyen de ce télescope, dépend en partie du diametre de l'objectif, & en partie de la grandeur de la pupille. Or comme l'ouverture de la pupille souffre quelques petites modifications, & qu'elle est petite par elle-même, il faut que l'*oculaire* soit petit; parceque l'œil doit en être très proche : ce télescope lui-même doit être fort court; il ne doit avoir tout au plus qu'un pied de longueur, & il ne peut être conséquemment que de peu d'utilité pour voir des objets fort éloignés. Pour donner à cet instrument tout l'avantage qu'il peut avoir lorsqu'on le destine à considérer les spectateurs qui sont renfermés dans une salle de spectacle, on donne un grand diametre à l'objectif; les lunettes de cette espece, dont on doit l'invention à *Dollond*, me paroissent excellentes pour cet effet; parcequ'elles rassemblent un plus grand nombre de rayons qui se réunissent sur la rétine, & qui y peignent l'image de l'objet qu'on veut examiner.

§. MDCCCCLV. On donne à cette espece de télescope le nom de *télescope Hollandois*; parcequ'il fut inventé en Hollande, savoir à Middelbourg en Zélande, par *Zacharie Jansze*, & *Jean Lipperhey*, vers l'an 1591, qui le trouverent par hasard (1). Il y a cependant quelques Savans qui en attribuent la découverte à d'autres; savoir, à *Metius*, à *Silvestre II*, *Pontife* (2), à *Roger Bacon* (3), à *Porta* (4) : d'autres pensent que ce fut *Galilée* qui fit cette découverte. Mais il ne me paroît point qu'on puisse s'en fier à ces différentes autorités; puisqu'on ne connut point cet instrument, & qu'il

(1) Pet. Borellus de Telescopii invent.
(2) Dithmari Chronic. Lib. 6.
(3) Molyneux Diopt. Nova. Menagius Origin. della lingua Italian.
(4) Keplerus in Nuncio sidereo. p. 16.

ne fut point public avant 1591, ainsi que l'atteste, avec toute la candeur qu'on lui connoît, *Chrétien Hughens*, dans la partie de sa Dioptrique, où il traite des télescopes. Quelques autres Savans prétendent que les anciens Egyptiens avoient l'usage des télescopes, & qu'ils découvroient de la tour élevée sur la Ville d'Alexandrie, les vaisseaux qui en étoient éloignés de 600 milles (1). C'est ce qui ne paroît pas vraisemblable, par rapport à la courbure de la terre, qui doit s'opposer à de telles observations.

§. MDCCCCLVI. *Kepler* fut le premier qui découvrit d'abord le défaut du télescope d'Hollande, & qui y remédia, comme il paroît par sa Dioptrique imprimée en 1611. *Fontana* s'attribue cette découverte, ainsi qu'on peut s'en assurer par ses Observations Célestes & Terrestres, imprimées en 1646. *Zupo* s'inscrit en faux contre *Fontana*, & assure qu'il n'étoit pas mention dans ses Ouvrages d'un tel télescope avant 1614. D'autres en attribuent l'honneur à un Capucin Allemand nommé *Rheita* (2); ce fut cette découverte qui donna naissance au télescope astronomique, qui étoit composé de deux lentilles convexes des deux côtés [*T.* 46. *F.* 3.], que *Jos. Campani*, à Rome, & *Chrétien Hughens*, à Leyde, perfectionnerent. J'ai vu de ce dernier plusieurs lentilles propres à faire des télescopes de 100 & de 200 pieds: j'en ai vu aussi de 500 pieds, travaillés par *Hartsoeker*, dans le tems qu'il étoit à Leyde.

Soit A B C, un objet très éloigné: du point supérieur duquel A, partent des rayons a, a, a, désignés par des lignes, ainsi que du point B & C, des rayons exprimés par des points b, b, b, c, c, c. Ces rayons se coupent avant de pénétrer dans le tube de l'instrument, & tombant sur l'objectif X Y Z, ils se réfractent, de façon qu'ils viennent concourir aux foyers f, e, d, pour y peindre l'image de l'objet d'où ils partent. Soit la lentille convexe g h l, éloignée de l'image f, e, d, de la distance du foyer, qui est désigné par e h; on aura la distance Y h, égale à la longueur des deux foyers; l'œil doit être placé à une distance de la lentille, un peu plus grande que celle qui marque la longueur du foyer, & il observera alors distinctement l'objet, qui sera augmenté, mais représenté dans une situation renversée; car c'est la même chose que s'il considéroit l'image f e d à travers la lentille g h l, qui paroîtroit alors plus étendue, & dans la situation f e d, mais à une plus grande distance de la lentille que la distance e h; ainsi que nous l'avons démontré dans le §. 1935; néanmoins cet objet paroîtra très proche.

Le champ visible dépend ici de la lentille, qu'on appelle l'oculaire. En effet, l'objet considéré par l'œil seul, se seroit présenté sous l'angle a Y c, auquel est égal l'angle d Y f, ou l Y g. Mais en regardant cet objet à travers le télescope, on le voit sous l'angle l o g: or ces angles sont entr'eux, dans le rapport de h o à h Y, ou de h e à h Y: par conséquent on aura h o : h Y — h o : : h e : h Y — h e : : h e : e Y; c'est-à-dire, comme la distance du foyer de l'oculaire à la distance de l'objectif. Ces sortes de télescopes sont excellens, si les lentilles sont tellement disposées qu'elles ne laissent point passer

(1) Hist. de l'Acad. des Belles-Lettres, Tom. 1. p. 136. (2) Hist. Acad. Reg. Lib. 4. §. 9. cap. 2.

une trop grande ou une trop petite quantité de lumiere : or comment peut-on parvenir à ce degré de perfection ? C'est ce que M. *Hughens* a expliqué très savamment. Il est bon d'observer qu'il faut sur-tout faire attention à la qualité, c'est-à dire, à l'espece de verre dont on fait usage pour leur construction ; c'est de là que dépendent quantité de choses, qu'on ne peut déterminer par un calcul mathématique ; de-là il se trouve des lentilles qui peuvent être plus convexes, & d'autres qu'il faut faire moins convexes, parcequ'elles sont d'une autre espece de verre. En général, les meilleurs télescopes sont ceux dont les oculaires sont plus convexes.

§. MDCCCCLVII. Si on tend des fils f e d au foyer, pour y faire l'office de micrometre ; on observera que l'image de l'objet ne paroîtra pas toujours au même endroit. Lorsque le ciel est peu couvert, & que les nuages sont foibles & transparens, l'image & les fils paroissent au même endroit ; mais lorsque le tems est serein, les images des étoiles brillantes se remarquent au-delà des fils. Il y a cependant des Observateurs qui voient de leur côté & les fils & l'image ; d'où il paroît que les apparences ne sont pas toujours les mêmes. Cet effet ne viendroit-il point de la différente délicatesse de l'œil, & du jugement qui accompagne l'observation ?

§. MDCCCCLVIII. Comme les objets terrestres, qu'on considere avec cette espece de télescope, se voient aussi renversés, on ne les connoît point aisément par le ministere de cet instrument. Pour remédier à cet inconvénient, & donner à ce télescope tout l'avantage qu'on en peut attendre, on y ajoute encore deux autres lentilles, de sorte qu'il devient composé de quatre lentilles, qui sont disposées de maniere que les trois qu'on appelle oculaires, sont également éloignées les unes des autres. Les rayons de lumiere qui parviennent à ces lentilles, les traversent [*Tab.* 46. *fig.* 4.], ainsi qu'il est représenté par la fig. 4 ; alors les objets qu'on observe à l'aide d'un tel instrument, paroissent dans la situation naturelle, sous de plus grandes dimensions & fort proches de l'œil, ainsi que nous l'avons exposé (§ 1956). On construit encore des télescopes avec 5, 6, & même avec un plus grand nombre de lentilles, ainsi qu'on peut s'en convaincre par la description de l'œil artificiel de *Zahn*. Mais comme l'opacité selon laquelle on observe un objet, croît ordinairement comme le nombre des lentilles ; on doit faire moins de cas de ces sortes d'instrumens, lorsqu'ils sont composés de tant de lentilles ; car chaque lentille réfléchit toujours quelques-uns des rayons qu'elle reçoit, & en absorbe aussi quelques autres.

§. MDCCCCLIX. Lorsque ces sortes de télescopes ont plus de 20 pieds de longueur, ils ne sont plus si avantageux pour observer des objets terrestres ; parcequ'alors le mouvement des molécules qui flottent dans l'atmosphere, devient visible à travers ces instrumens, qui grossissent extraordinairement les objets ; ce qui fait que ces objets qu'on observe, paroissent avoir une espece de mouvement vibratoire ; ainsi qu'il arrive lorsqu'on observe un objet éloigné, & que la vue se dirige au dessus d'un charbon embrasé ; ce qui n'a cependant pas lieu, lorsque le ciel est serein & qu'il ne fait aucun vent.

§. MDCCCCLX. Lorsque nous regardons un cachet directement de haut en bas, à travers un télescope muni de trois lentilles, toutes les cavités

gravées sur la surface de ce cachet, paroissent en relief au-dessus de cette surface, tandis que les lettres qui sont saillantes, paroissent creusées dans l'épaisseur du cachet; de sorte que l'apparence est alors tout-à-fait contraire à la réalité; mais si on dispose les choses de maniere qu'on puisse observer obliquement cet objet, le cachet paroîtra tel qu'il est réellement, & tel qu'il paroîtroit, si on le considéroit avec l'œil, quoique néanmoins dans une situation renversée (1).

§. MDCCCCLXI. Les télescopes dioptriques sont sujets à beaucoup de défauts, par rapport aux différens degrés de refrangibilité des rayons de la lumiere. En effet, soit la lentille AIB [*Tab.* 47. *fig.* 3.], & les rayons du soleil paralleles EA, CI, FB: supposons que ceux de ces rayons qui sont les moins refrangibles, viennent concourir au point G, & que ceux qui sont les plus refrangibles, concourent au point H; dans cette supposition, on aura GI : HI :: 28 : 27, & GH sera $= \frac{1}{28}$ de GI. Soit menée par le point G, la ligne KL, & MN par le point H, toutes les deux perpendiculaires à l'axe CIG, on aura MN $= \frac{1}{28}$ de la largeur de AB, & KL $= \frac{1}{27}$ de la même quantité AB; par conséquent OP, qui est le plus petit espace dans lequel se rassemblent les rayons, sera presque la moitié de MN ou $\frac{1}{55}$ de AB; d'où il suit que les rayons qui émanent d'un seul point de l'objet, ne concourent point tous en un même point au-delà de la lentille, mais en différens points; & c'est par cette raison que l'image de l'objet est moins claire & moins distincte. Ce défaut augmente par le passage des rayons à travers les lentilles oculaires, ainsi que je l'ai déja annoncé plusieurs fois; parceque le foyer de ces rayons ne se trouve point concentré en un point; mais qu'il forme un petit cercle, & qu'il comprend une certaine étendue en longueur. Mais comme les rayons qui traversent les lentilles se séparent & se divisent en leurs couleurs, & que cette division se fait même très clairement, lorsque le foyer de l'oculaire est placé à l'endroit où l'objectif fait concourir les rayons orangers & jaunes, qui sont très brillans, les couleurs des objets perdent moins de leur vivacité.

Cependant comme les rayons qui partent de chaque point de l'objet, forment à leur foyer un petit cercle, dont le diametre $= \frac{1}{250}$ du diametre de l'ouverture de la lentille, & que le diametre de ce cercle est moins que sous double du diametre d'un grain de sable. Lorsque l'ouverture de la lentille = 1 pouce, les objets qu'on considere à l'aide d'un télescope, paroissent toujours teints ou entourés de quelques couleurs. Le célebre *Newton* ayant découvert ces défauts & quantité d'autres, qui viennent de la figure sphérique des lentilles, comme nous l'avons indiqué (§. 1793), fit tous ses efforts pour perfectionner les télescopes. Il substitua pour cela aux télescopes dioptriques, les catoptriques qu'il imagina, & dont nous parlerons dans le chapitre suivant. Il les construisit d'après la connoissance de ce principe qu'il découvrit; savoir, que tout rayon, de toute espece quelconque, étoit toujours réfléchi par un miroir, sous le même angle sous lequel il tomboit dessus.

Il paroît surprenant que nous puissions voir des objets, & même que nous

(1) Philos. Trans. n. 476.

les puissions voir clairement, plutôt qu'obscurement, à l'aide d'un télescope catoptrique. Cet effet vient de ce que les rayons qui s'écartent ne se distribuent point uniformement sur toute l'étendue du petit cercle; mais qu'ils se rassemblent en plus grand nombre vers son centre que vers toute autre partie de sa surface : car on remarque effectivement qu'ils deviennent de plus en plus rares, à proportion qu'ils vont du centre à la circonférence: cela posé, l'œil n'est qu'à peine affecté par ces derniers, tandis que ceux qui se trouvent rassemblés au centre, font une forte impression sur cet organe; & c'est par le ministere de ces derniers que nous voyons les objets.

§. MDCCCCLXII. Malgré tous les défauts qu'on reproche, à juste titre, aux télescopes dioptriques, le célebre *Dollond* (1) ne les abandonna pas; & il trouva, en 1758, après bien des recherches, le moyen de les perfectionner. Il n'ignoroit pas que toute espece de verre ne réfracte pas de la même maniere les rayons de lumiere, & que les rayons d'une même couleur, qui traversent de tels milieux, ne sont pas toujours également divergens, & que par conséquent, quoique la réfraction des mêmes rayons puisse être détruite par leur passage à travers un milieu différent, néanmoins la divergence des rayons colorés n'est pas pour cela tout-à-fait détruite. Cet habile homme chercha donc deux especes particulieres de verre, qui, étant adaptés l'un à l'autre d'une certaine maniere, pussent détruire tout à la fois & la divergence & la réfraction des rayons, afin que ceux qui passeroient par ces verres, ne parussent plus colorés. Il prit pour cet effet de la glace blanche, dont on fait ordinairement usage pour construire les verres de télescopes ordinaires, & il en fit un objectif plan extérieurement, c'est-à-dire, du côté de l'objet, & concave intérieurement. Le foyer de cet objectif, pour un télescope de trois pieds est de 12, 6 pouces, il adapta sur la concavité de ce verre, une lentille convexe des deux côtés, faite d'un verre qui tiroit sur le bleu, & dont le foyer étoit = 8, 9 pouces. L'objectif de cette lunette est donc, à proprement parler, double, & fait de deux verres de différente espece.

Il mit dans ce télescope cinq lentilles oculaires, tels qu'on les remarque dans les télescopes à six verres, & qui sont représentés par la fig. 2 de la table 47. Ce télescope de *Dollond* est donc composé de 7 lentilles : or quoique la lumiere qui traverse les deux objectifs ne se sépare pas en ces différentes couleurs, on remarque cependant que lorsqu'elle traverse les oculaires, il s'en fait une petite séparation à la vérité; mais ces couleurs ne se remarquent que vers les bords des lentilles, & non vers leur milieu. On remarque quelquefois que ce sont les rayons jaunes qui sont séparés, quelquefois aussi les rayons bleus se font remarquer dans ces sortes de télescopes; néanmoins on observe les objets d'une maniere très distincte : on les voit sous un grand champ, & l'œil n'est point fatigué par une longue observation; au contraire, il voit toujours avec plaisir les objets qu'il considere. On donne à cette invention de *Dollond* le nom de *télescope achromatique*; invention qui mérite les suffrages & les louanges des Connoisseurs.

§. MDCCCCLXIII. Pour qu'on puisse observer distinctement, pendant

(1) Philos. Trans. Vol. 50. part. 2. p. 733.

le

le jour, des objets qui ſont très éclairés, & qu'on voit, à l'aide d'un téleſcope dioptrique, il faut que l'objectif ſoit preſqu'entierement couvert d'un corps opaque, & qu'il n'ait qu'une très petite ouverture, & même il faut avoir ſoin de placer des diaphragmes dans l'intérieur du tube, aux endroits où les objets viennent ſe peindre : ces diaphragmes ſont des plans opaques ouverts vers leur centre, de façon qu'ils diminuent la capacité du tube ; leur uſage eſt d'intercepter & d'exclure les rayons qui tombent trop obliquement : ce qui rend l'image plus nette & plus diſtincte. Mais ſi on fait des obſervations lorſque le tems eſt couvert, & que l'objet n'eſt pas ſi bien éclairé, ou vers le ſoir, il faut donner plus d'ouverture à l'objectif, & même cette ouverture doit être 7 fois & quelquefois même dix fois plus grande; conſéquemment à cela, ce verre laiſſera paſſer 7 ou 10 fois plus de lumiere : cette derniere méthode a donné origine à un téleſcope, *que Muſſenbroek appelle oculus cati*, dont la lentille objective X Y Z [*Tab.* 46. *fig.* 5.], eſt d'un très grand diametre : l'image de l'objet f e d, repréſentée par ce téleſcope, ſe peint de la même maniere que dans le téleſcope aſtronomique; mais il faut obſerver que dans le téleſcope dont il eſt ici queſtion, on a ſoin de placer dans le tube une grande lentille M N, convexe du côté de l'objectif, & plane du côté de l'œil, avant que les rayons viennent, par leur concours, peindre l'image de l'objet (quelquefois même, au lieu d'une ſeule lentille, on ſe ſert de deux, qui ſont peu convexes, afin qu'il y ait peu de rayons qui ſoient réfléchis).

Cette lentille réfracte les rayons incidens ; de ſorte que l'image de l'objet ſe peint plus proche de l'objectif qu'elle ne ſe feroit peinte ſans le ſecours de cette lentille : mais auſſi l'image devient plus petite. On place encore une troiſieme lentille, qu'on nomme oculaire ; cette lentille g h l [*T.* 47. *F.* 1.] eſt éloignée de l'image f e d, à la diſtance de ſon foyer : cette derniere lentille, qu'on fait plus convexe & plus petite que celle dont on ſe ſert dans le téleſcope aſtronomique, réfracte les rayons divergens qui partent de chaque point de l'image, afin qu'ils deviennent paralleles à leur ſortie, & que ceux qui viennent des différens points de l'image, deviennent convergens & ſe réuniſſent, ainſi qu'on le remarque derriere la lentille du téleſcope aſtronomique : par ce moyen l'œil reçoit beaucoup plus de lumiere qu'il n'en recevroit par le moyen d'un téleſcope ordinaire, & conſéquemment les objets qui ſont peu éclairés pendant la nuit, peuvent ſe voir plus clairement ; on voit ces objets renverſés de même que lorſqu'on les obſerve avec un téleſcope aſtronomique. Cette eſpece de téleſcope (*oculus cati*), a été juſqu'à préſent de quelqu'utilité, quoiqu'on ne puiſſe pas dire qu'il ait été fort avantageux ; & peu importe qu'on y adapte 3 lentilles ſeulement, ou qu'on y faſſe uſage de 4 lentilles : ce qu'il y a de certain, c'eſt que les nuits où la lune n'éclaire point notre horiſon, on ne voit pas mieux, par ſon ſecours qu'à la ſimple vue, les objets quelque grands qu'ils ſoient ; peut-être par la ſuite parviendra-t-on à le perfectionner au point qu'on puiſſe le ranger parmi les excellens téleſcopes. Lorſqu'on veut faire uſage de cet inſtrument pendant le jour, il faut donner 10 fois moins d'ouverture à l'objectif que pendant la nuit ; ce qui fait qu'il ne differe point alors du téleſ-

cope astronomique, si ce n'est que parcequ'il est composé de 3 ou de 4 lentilles.

§. MDCCCCLXIV. On construit aussi des télescopes *binocles* : ces télescopes sont composés de deux, de sorte qu'on peut observer les objets avec les deux yeux. Le P. *Cherubin* d'Orléans perfectionna ces binocles, & il nous en donna la description en 1676, dans un Livre qui a pour titre, *la Vision parfaite*. Il peut être d'usage pour ceux qui ont les deux yeux également constitués ; mais comme il y a des personnes dans qui les deux yeux sont fort éloignés d'être semblables, cet instrument ne peut pas leur être de grande utilité. Au reste cet instrument a beaucoup plus de champ que le télescope ordinaire, & on y voit plus clairement les objets.

§. MDCCCCLXV. MM. *Delisle* & *de Barros*, faisant usage d'un télescope dioptrique de 9 pieds, & d'un télescope Newtonien de $4\frac{1}{2}$ pieds, pour observer la lune au moment où elle s'éclipsoit, ont remarqué que lorsqu'ils mettoient un verre plan bleu & diaphane entre l'œil & l'oculaire, que l'ombre qui tomboit sur une tache de la lune de 2 m. 36″ cachoit bien plus promptement cette tache, que lorsqu'ils supprimoient ce verre bleu : ils ont observé outre cela, qu'en substituant un verre jaune à celui dont nous venons de parler, une tache de 1 m. 40″ n'étoit point si-tôt couverte que par le verre bleu. L'ombre paroissoit aussi sortir plus promptement de la tache, lorsqu'on faisoit usage d'un verre jaune, que lorsqu'on se servoit d'un verre bleu (1).

Cet effet n'auroit-il point lieu pour la raison que voici ? Supposons que BS [*Tab.* 45. *fig.* 1] représente l'axe de la lentille oculaire & des rayons qui traversent cette lentille ; ces rayons, en la traversant, forment le cône ASC : par conséquent l'œil posé en S reçoit ces rayons qui lui font voir la lune ou la tache dont nous venons de parler, mais sous l'angle optique ASC. Si on interpose donc alors un verre bleu XZ entre l'œil & l'oculaire, ce verre ne laissera passer que les rayons les plus réfrangibles ; de sorte que AH suivra la direction HM, & CR prendra la direction RM ; par conséquent l'œil placé auprès de M recevra ces rayons de la même maniere qu'il les recevroit s'ils avoient suivi la direction MHD & MRG, & conséquemment le même objet qu'on voyoit précédemment sous l'angle optique ASC, se verra alors sous l'angle DMG, c'est-à-dire, beaucoup plus grand.

Supposons maintenant que les rayons AH, CR tombent sur un verre jaune XZ, qui laisse sur-tout passer des rayons jaunes ; ces rayons se réfractent moins que les rayons bleus, & conséquemment ils se rassemblent en P, où ils forment l'angle optique HPR, plus petit que le précédent HMR, mais plus grand que l'angle HSR. Par conséquent l'objet sera vu alors de la grandeur EF : de-là si l'œil considere cet objet à travers la lentille oculaire seulement, il lui paroîtra d'une grandeur désignée par AC ; mais si on interpose un verre plan & jaune, il lui paroîtra d'une grandeur = EF : & si on interpose un verre bleu, sa grandeur paroîtra = DG.

(1) Mém. de Trévoux. Décemb. 1756.

CHAPITRE XXXVIII.

De la Catoptrique.

§. MDCCCCLXVI. CETTE science traite de la lumiere qui tombe sur des miroirs de différentes formes, de la réflexion de ces rayons, & des différentes images qu'ils présentent à nos yeux.

§. MDCCCCLXVII. Lorsque la lumiere qui part d'un corps lumineux quelconque tombe sur des surfaces inégales & raboteuses, elle se réfléchit de tous côtés; mais si elle tombe sur des surfaces polies, presque toute cette lumiere est réfléchie & reportée vers un même endroit.

§. MDCCCCLXVIII. Si le corps sur lequel la lumiere tombe est obscur, elle est alors réfléchie par sa surface antérieure; mais si ce corps est transparent, elle est réfléchie par ses deux surfaces, savoir par sa surface antérieure & par sa surface postérieure: la surface antérieure de ce corps réfléchit beaucoup plus vivement la lumiere que sa surface postérieure ou inférieure, qui ne la renvoie que foiblement.

§. MDCCCCLXIX. La réflexion de la lumiere produite par la surface antérieure d'un corps réfléchissant, ne doit point être attribuée à l'incidence de cette lumiere sur les parties solides de cette surface, mais à de certaines forces répulsives qui sortent, pour ainsi dire, des corps, & qui agissent au-delà de leurs surfaces, ainsi que le célebre *Newton* l'a découvert, & qu'il l'a démontré de plus d'une maniere (1).

Quoique nous convenions de bonne foi que nous ne connoissons point la nature d'une force répulsive, ni quelle peut en être la cause, il suffit que des observations faites avec toute l'exactitude requise, nous apprennent qu'il y a quelque chose qui réfléchit & qui renvoie la lumiere qui tombe sur les corps; qu'une semblable force réside dans les métaux qui repoussent la rosée & l'empêchent de les pénétrer, ainsi que nous l'avons démontré ci-dessus (§. 1086), pour que nous puissions être convaincus qu'il existe réellement dans la nature des forces attractives & répulsives, quoique nous n'en connoissions point encore la nature, & que ce soit un secret que l'esprit de l'homme ne pourra peut-être jamais pénétrer; car les Philosophes ne nous ont encore rien appris de certain à cet égard, soit en nous disant que les corps sont enveloppés d'une espece de fluide doué d'un mouvement d'ondulation, qui permet quelquefois aux rayons de les pénétrer, & qui quelquefois les repousse & les réfléchit, soit en nous disant que les corps sont entourés d'une force élastique qui réfléchit certains rayons, & qui livre passage aux autres. Nous ne voulons point entrer dans des questions inutiles, nous aimons mieux avoir recours aux argumens de *Newton*.

(1) Optic. Lib. 2. Part. 3. §. 8. & Lib. 3.

1°. Lorſqu'un petit rayon de ſoleil tombe ſur un poil, un fil, une aiguille, ſur une paille ou ſur d'autres corps, l'ombre que ces corps jettent derriere eux, eſt beaucoup plus grande qu'elle ne devroit être par rapport aux rayons qui devroient paſſer latéralement & effleurer ces corps. On remarque encore le même phénomene, quoique ces corps ſoient renfermés entre des verres plans, ou qu'ils ſoient entourés d'eau : d'où il ſuit que la lumiere qui aborde & qui tombe ſur les corps, eſt détournée par une force quelconque de la direction qu'elle tend à ſuivre.

2°. Lorſque la lumiere pénetre & paſſe dans l'ouverture que laiſſent entr'elles deux lames de couteau, peu diſtante l'une de l'autre, une partie de cette lumiere eſt attirée, l'autre eſt manifeſtement repouſſée; ainſi qu'on peut s'en convaincre par ce que nous avons dit (§. 1826, 1827, 1828).

3°. Suppoſons une ſurface inégale & raboteuſe; que cette ſurface ſoit de métal, de pierre, ou de verre, peu importe, on remarquera toujours que la lumiere qui tombe deſſus ſe diſperſe en toutes ſortes de ſens: mais ſi on polit cette ſurface, ce qu'on opere par le ſecours de quelques poudres âpres & dures, qui uſent & qui diminuent les aſpérités, les petites éminences qui couvrent cette ſurface, ſans cependant les emporter entierement, car il reſte toujours de petits ſillons, de petites raies que ces poudres elles mêmes creuſent ſur les ſurfaces qu'elles travaillent, d'ailleurs les pores qui ſont inſéparables de tout corps quelconque, ſont encore un obſtacle inſurmontable à ce qu'on puiſſe donner un poli parfait à leurs ſurfaces ; néanmoins ſi on travaille avec ſoin la ſurface dont il eſt ici queſtion, ſi on la polit de façon que les ſillons dont nous venons de parler ne ſoient plus ou ne ſoient preſque plus ſenſibles, cette ſurface commencera à réfléchir la lumiere avec ordre, & elle la réfléchira avec d'autant plus d'ordre, qu'elle approchera davantage d'un poli parfait, & que les petits ſillons inſenſibles qui ſubſiſteront ſur ſon étendue, ſeront tirés en long, & non tranſverſalement, ſur cette ſurface; car lorſqu'ils ont cette derniere direction, quelque petits qu'ils ſoient, le brillant de la ſurface en eſt ſenſiblement altéré : néanmoins, quelque ſoin qu'on prenne, on ne parviendra point à polir parfaitement cette ſurface, & conſéquemment elle ne réfléchira jamais parfaitement, & avec tout l'ordre poſſible, la lumiere qui tombera deſſus; puiſque, comme nous venons de le dire, il reſtera toujours de petites cavités, de petits ſillons qu'on ne pourra point emporter tout-à-fait, & qu'on remarquera ſi on conſidere cette ſurface avec attention. Il ſuit de-là que la lumiere réfléchie par un miroir quelconque, n'éclairera jamais un objet auſſi bien que celle qui lui vient directement du ſoleil ; par conſéquent puiſqu'il ſubſiſte toujours de petites inégalités ſur toute l'étendue d'une ſurface travaillée avec tout le ſoin poſſible, & que néanmoins elle raſſemble & qu'elle réfléchit pluſieurs rayons vers un endroit qu'elle éclaire ſpécialement, cet effet annonce néceſſairement une force quelconque agiſſante au-de-là de cette ſurface, qui renvoie les rayons incidens avant qu'ils ſoient parvenus juſqu'aux parties ſolides de cette ſurface.

4°. Cette force produit au-delà de la ſurface véritable d'un miroir une eſpece de ſurface *virtuelle* qui réfléchit la lumiere, quoiqu'elle ne ſoit point parfaitement plane & mathématique; car s'il n'y avoit point quelque choſe

de ſemblable dans les miroirs de verre, qu'on peut regarder comme un aſſemblage de pluſieurs couches de parties ſolides appliquées les unes ſur les autres, il eſt conſtant que chaque couche réfléchiroit & repréſenteroit un très grand nombre d'images, & qu'on n'en remarqueroit pas ſeulement deux, l'une produite par la ſurface antérieure, & l'autre produite par la ſurface poſtérieure. Il eſt certain, à la vérité, que la ſubſtance intermédiaire du miroir, réfléchit quelques rayons de lumiere qui nous font diſtinguer cette partie du miroir; mais ces rayons ſont en très petit nombre: ils ſont réfléchis ſans ordre par quelques-unes des parties ſolides, & ils ne peignent aucune image.

5°. Il ne faut pas croire non plus que ce ſoit la ſurface poſtérieure d'un miroir qui réfléchit la lumiere, & qui forme l'image de l'objet; mais la vertu attractive qui attire & qui fait retourner vers le miroir les rayons qui en ſont déja ſortis; de ſorte qu'elle les réfléchit alors de la maniere que nous l'avons déja fait voir [*Tab.* 36. *fig.* 9.]; car la réfléxion poſtérieure, ou la répercuſſion de la lumiere, ſe fait lorſqu'elle paſſe du verre dans l'air, ou dans le vuide, plus obliquement que ſous un angle de 40 ou 41 degrés. On ne peut pas concevoir que l'air, qui eſt un fluide très rare, puiſſe boucher les pores du verre; puiſqu'il tranſmet la lumiere qu'il reçoit ſous un moindre degré d'obliquité. L'air n'entre certainement pour rien dans ces ſortes de phénomenes; car l'expérience nous apprend qu'une lentille, placée ſous un récipient vuide d'air, réfléchit plus fortement la lumiere, qui paroît moins bien pénétrer le verre & ſe porter dans le récipient, que lorſque cette lentille eſt entourée d'une maſſe d'air: or lorſque le récipient eſt vuide d'air, il n'y a rien qui puiſſe obſtruer davantage les pores du verre.

Une ſeconde preuve que ce ne ſont point les parties ſolides de la ſurface poſtérieure du verre qui réfléchiſſent la lumiere, c'eſt que ſi on poſe cette ſurface ſur de l'eau, de l'huile, ou ſur un autre verre, cette réflexion n'a plus lieu; car la lumiere pénetre alors l'eau ou l'huile qui eſt au-delà. Or, dans cette expérience, les parties ſolides qui conſtituent la ſurface poſtérieure, n'éprouvent aucun changement par leur contact avec les ſubſtances dont nous venons de parler. Quel changement arrive-t-il donc ici? Le voici. La force attractive du verre, qui eſt plus grande que celle de l'air, eſt affoiblie ou troublée par la force attractive de l'eau, de l'huile, ou du verre qu'on applique contre la ſurface poſtérieure dont il eſt ici queſtion; ce qui fait que la lumiere qui tombe ſur le verre, & qui le pénetre, ſuit la direction qu'elle affecte, continue à ſe mouvoir en ligne droite, paſſe au-delà de ce verre, au lieu d'être réfléchie comme précédemment. La réflexion de la lumiere produite par le verre, ou par tout autre corps tranſparent, eſt donc l'effet de deux cauſes différentes. La réflexion qui ſe fait à la ſurface antérieure eſt produite par une force répulſive; celle qui s'opere à la ſurface poſtérieure vient de la force attractive.

§. MDCCCCLXX. Pour donner plus de clarté à cette idée, j'ai cru devoir la repréſenter par une figure. Soit donc le corps ABCD [*Tab.* 47. *fig.* 4.], dont la force répulſive de la ſurface antérieure AB s'étende juſqu'en IH, tandis que ſa force attractive ne ſe produit que juſqu'en KL. Si un rayon de lumiere OP parvient, ſelon une direction très oblique, juſqu'à la

force répulſive IH, ſon mouvement ſera conſidérablement retardé; il ſera infléchi vers Q : il ſera repouſſé ſelon la direction QR, & il ſe réfléchira ſelon RS. Mais ſi un autre rayon, tel que op, tomboit moins obliquement ſur IH, il auroit plus de force pour ſe mouvoir en ligne droite; ce qui n'empêcheroit cependant pas qu'il ſouffrît une légere inflexion; de ſorte qu'il décriroit la petite courbe pq; mais parvenu juſqu'en KL, où la force attractive exerce ſa puiſſance, ſon mouvement deviendroit accéléré; il décriroit alors une courbe contraire qr, & il pénétreroit le corps ABCD ſelon la direction rs.

Mais pour mieux concevoir comment un rayon de lumiere qui tombe très obliquement ſur un corps même diaphane, eſt réfléchi & devient moins oblique; conſidérons encore le rayon OP [*Tab.* 47. *fig.* 5.], qui tombe très obliquement ſur l'endroit IH, où la force répulſive ceſſe d'exercer ſon action : décompoſons ce mouvement OP en ON, parallele à IH, & en perpendiculaire NP. Dans cette ſuppoſition, la force avec laquelle ce rayon agit contre la force répulſive, eſt exprimée par NP, quantité fort petite, ſi on la compare à OP; & conſéquemment ce rayon de lumiere pourra être réfléchi par la force répulſive IH. Mais ſuppoſons actuellement que ce rayon tombe moins obliquement ſelon la direction MP, & décompoſons encore ce mouvement en MX, parallele à IH, & XP perpendiculaire; cette ligne XP exprime une force aſſez conſidérable, & conſéquemment le rayon MP tombe avec beaucoup plus de force ſur la puiſſance réfléchiſſante IH: cette force même eſt telle, qu'elle peut ſurmonter cette derniere puiſſance, & porter le rayon en avant juſqu'à l'endroit où la force attractive KL produit ſon action, & lui faire pénétrer le corps diaphane ABCD.

Tous les corps tranſparens paroiſſent munis & entourés de ces deux eſpeces de forces; mais de quelle nature ſont-elles l'une & l'autre? Nous avouons de bonne foi que nous ne le ſavons pas, ſans cependant qu'on puiſſe nier leur exiſtence dans la nature.

On a coutume d'enduire la ſurface poſtérieure des glaces avec de l'étain en feuille & du mercure, afin de les rendre plus réfléchiſſantes: lorſqu'elles ſont ainſi préparées, la ſurface antérieure de ces glaces, ainſi que le mercure, réfléchiſſent preſque toute la lumiere qui tombe deſſus. Si la lumiere qui part d'un même point de l'objet, eſt réfléchie par ces deux ſurfaces, & qu'elle ſe raſſemble & co-incide en un même point, le miroir réfléchit alors très vivement : c'eſt ce qui arrive lorſque la glace eſt très mince; car lorſqu'elle eſt très épaiſſe, les rayons réfléchis ne ſe rencontrent point pour ſe réunir, & la glace eſt moins réfléchiſſante: c'eſt pour cela que celui qui ſe regarde dans un miroir dont la glace eſt fort épaiſſe, voit, pour l'ordinaire, deux fois ſon image; & ces deux images ſont biens moins diſtinctes que ſeroit celle qu'il verroit s'il ſe regardoit dans un miroir de métal.

§. MDCCCCLXXI. On peut aiſément comprendre, par ce que nous venons de dire, quelles ſont les eſpeces de corps qui ſont obſcurs, & qui ne tranſmettent point la lumiere.

1°. Ce ſont les atômes non poreux; car tout corps ſolide ne peut point être pénétré par un autre corps.

2°. Toutes les portioncules de matiere qui ſont formées par un aſſemblage

d'atômes, dont les pores sont trop petits pour livrer passage à la matiere de la lumiere.

3°. Ce sont encore tous les grands corps dont la surface est douée d'une forte vertu répulsive, qui réfléchit la lumiere qui tombe dessus ; tels sont les métaux, les demi métaux, &c.

4°. On doit encore ranger dans cette classe les corps qui sont très diaphanes & de différentes couleurs, quelque mince que soit chacun de ces corps. En effet, si on prend des lames de verre très transparentes & colorées, & qu'on les pose les unes sur les autres, de façon qu'une lame rouge couvre une lame dont la couleur soit orangée ; celle-ci une jaune, ensuite une verte, une bleue, une pourpre, & enfin une violette ; quoique l'assemblage de toutes ces lames ne forme point l'épaisseur d'un demi pouce, elles s'opposeront néanmoins assez au passage de la lumiere, pour qu'on ne puisse point voir à travers l'image du plus brillant soleil, & elles seront aussi obscures que le métal le plus épais. Pour pouvoir rendre raison d'un phénomene aussi extraordinaire & aussi curieux, je répétai d'abord cette expérience avec deux lames seulement, ensuite avec trois ; j'en rassemblai après cela davantage, & voici les résultats que j'observai.

1°. En faisant usage seulement d'un verre rouge & d'un verre orangé d'une très belle couleur, les objets éclairés par la lumiere du soleil, me parurent aussi rouges que si je les avois regardés avec un seul verre rouge, & la clarté ne me parut point diminuée.

2°. En plaçant l'un sur l'autre le même verre rouge & un jaune, les objets me parurent encore d'un même rouge, & leur clarté à-peine diminuée.

3°. Lorsque je fis usage de ce verre rouge & d'un jaune très clair, les objets que je considérai à travers me parurent d'un même rouge, & aussi clairement qu'à travers un seul verre rouge.

4°. Les objets me parurent encore rouges, mais beaucoup moins clairs ; lorsque j'appliquai ce même verre rouge sur un vert.

5°. A travers ce même verre rouge & un autre bleu, les objets paroissoient encore rouges & très peu différens en clarté.

6°. En plaçant l'un sur l'autre ce verre rouge & un autre qui tiroit sur le pourpre, je vis les objets de même que si je les avois considérés à travers le seul verre rouge.

7°. Ayant mis l'un sur l'autre un verre orangé & un jaune, les objets me parurent également colorés & aussi clairs qu'à travers le seul verre orangé.

8°. Ces objets parurent jaunes, mais d'une couleur moins claire, lorsque je les considérai à travers un verre orangé & un vert.

9°. A travers un verre orangé & un bleu, ils me parurent d'un très beau pourpre.

10°. Je les vis rouges à travers un orangé & un pourpre.

11°. Ayant adapté un verre jaune & un vert l'un sur l'autre, le ciel me parut serein, & quelques objets me parurent couleur de feuilles d'arbres ; c'est-à dire, d'un jaune tirant sur le vert.

12°. Ils me parurent d'une couleur tirant sur le vert, mais bien différente

de la couleur verte sous laquelle ils se présentent à travers un verre vert, & moins clairs, lorsque je les examinai à travers un verre jaune & un bleu.

13°. A travers un verre jaune & un autre pourpré, les objets me parurent jaunes & assez clairs.

14°. Ces objets me parurent d'un vert assez foncé, mais agréable à la vue, & la clarté me parut bien peu diminuée lorsque je les considérai à travers un verre vert, & à travers un bleu posé l'un sur l'autre.

15°. A travers un verre vert & un autre tirant sur le pourpre, les objets me parurent d'une couleur verte tirant sur le jaune, mais moins clairs.

16°. Lorsque je considérai ces objets à travers un verre rouge, un orangé & un jaune, appliqués les uns sur les autres, je les vis d'une très belle couleur rouge.

17°. A travers un verre rouge posé sur un orangé & un vert, les objets me parurent rouges, à la vérité; mais la transparence étoit beaucoup diminuée.

18°. A travers un verre rouge, orangé & bleu, appliqués les uns sur les autres, les objets me parurent d'un rouge brillant, & la transparence étoit moins altérée que dans l'expérience précédente.

19°. A travers le même verre rouge & deux autres verres bleus, entre lesquels j'avois placé un autre verre rouge, les objets me parurent rouges, à la vérité, mais beaucoup moins clairs.

20°. Lorsque je considérai ces objets à travers le même verre rouge & trois verres bleus, ils me parurent encore rouges, mais d'une couleur beaucoup plus rude.

21°. A travers un verre rouge placé entre deux qui étoient verts, à-peine me fut-il possible de distinguer les objets, la transparence étoit presqu'entierement détruite.

22°. Ayant placé un verre jaune entre deux verres verts, les objets que je considérai à travers, me parurent d'une couleur mixte, qui tiroit sur-tout sur le vert; & la transparence ne fut point aussi altérée que dans l'expérience précédente.

23°. La transparence ne fut point beaucoup altérée lorsque je considérai les objets à travers un verre bleu, placé entre deux verres verts; & ces objets me parurent d'une couleur verte agréable à la vue.

24°. Ces objets me parurent encore verts; mais la transparence diminua beaucoup lorsque je les regardai à travers un verre pourpre placé entre deux qui étoient verts.

25°. Ayant placé un verre violet entre deux verres verts, la transparence fut beaucoup altérée, & les objets me parurent d'un vert tirant sur le bleu.

26°. Un verre rouge, orangé, jaune & vert, étant posés les uns sur les autres, les objets me parurent d'un rouge obscur, & la transparence fut beaucoup altérée.

27°. Ayant mis enfin les uns sur les autres un verre rouge, orangé, jaune, vert & bleu, la lumiere ne put point les pénétrer; toute la transparence fut

fut détruite, & je ne pus point distinguer le soleil, tout brillant qu'il étoit.

28°. Il ne doit donc pas paroître surprenant lorsqu'on pose les uns sur les autres des verres rouge, orangé, jaune, vert, bleu, pourpre & violet, que cet assemblage refuse passage à la matiere de la lumiere.

On peut recueillir de ces expériences, que les rayons rouges sont très nombreux dans un rayon blanc; que ces rayons traversent aisément un verre rouge, orangé, jaune, mais qu'il n'en passe qu'une petite quantité à travers un verre vert: d'où il suit que les rayons verts, ainsi que tous les bleus, les pourpres, les violets se séparent d'un rayon blanc, & sont portés & distribués d'un autre côté, lorsque ce rayon blanc tombe sur un verre rouge.

Par conséquent dès qu'un rayon rouge a traversé un verre rouge, orangé, jaune, il reste peu de lumiere qui puisse traverser un verre vert, au moins ne reste-t-il plus de rayons verts, & comme il ne reste plus de rayons bleus, aucune lumiere ne se fait jour à travers un verre bleu; toute la glace devient opaque, & ne permet plus à l'œil de distinguer les objets qui sont au-delà.

Mais que deviennent les rayons rouges? Où demeurent-ils, eux qui sont comme étouffés par le verre vert, après avoir traversé les verres rouge, orangé & jaune? Ces rayons sont-ils réfléchis vers le verre qui précede, ou sont-ils dispersés en toute sorte de sens par le verre vert?

5°. Mais examinons ici un autre phénomene que nous offre la destruction de la lumiere. Une lumiere bleue qui se fait jour & qui traverse un verre bleu, nous fait voir sous une couleur bleue tous les objets qui sont éclairés par le soleil, tandis qu'elle nous fait voir cet astre plus blanc.

Si on regarde ces objets à travers deux verres bleus, ils nous paroissent d'un bleu plus foncé, & le soleil paroît blanc.

Si on les considere à travers trois verres semblables, ils nous paroissent d'une couleur tirant sur l'indigo d'un très beau pourpre, & le soleil paroît alors plus blanc.

A travers 4 verres de même espece, les objets paroissent pourprés, mais moins brillans, & le soleil paroît encore blanc.

A travers 5 verres, les objets paroissent d'un pourpre plus foncé, & le soleil blanc.

Lorsqu'on fait usage de 6 verres de cette espece, le soleil commence à paroître pourpré, & les objets deviennent plus obscurs; la couleur pourprée du soleil devient de plus en plus foncée si on augmente le nombre des verres jusqu'à 10, & à-peine distingue-t-on alors les objets.

On ne distingue qu'à-peine le soleil lorsqu'on le regarde à travers 11 verres bleus.

On cesse de voir la lumiere de cet astre lorsqu'on le regarde à travers 12 verres de cette espece, & on n'apperçoit aucun autre objet qu'on regarde à travers ce nombre de verres.

Toute lumiere est détruite lorsqu'on fait usage de 15 verres de cette espece, qui ne forment en tout qu'une épaisseur d'un pouce: d'où il suit qu'un faisceau blanc de lumiere, qui tombe sur des objets, se divise & se sépare en ses différens rayons colorés, qui sont tous réfléchis, tandis que les seuls

rayons bleus pénetrent & traversent les verres bleus qu'on leur oppose, & que chaque lame s'oppose au passage de plusieurs de ces rayons.

6°. *Hook* nous apprend que si on applique l'un sur l'autre deux prismes creux, dont l'un soit rempli d'une liqueur teinte en rouge, & l'autre d'une liqueur teinte en bleu, ces deux prismes ne laisseront passer aucune lumiere.

7°. Il faut encore ranger parmi les corps opaques les grands corps, dont les parties ont des pores larges, fort éloignés les uns des autres, mais d'une maniere inégale; de sorte qu'ils peuvent exercer toute leur force attractive, ou presque toute leur force, contre la lumiere, & l'attirer à eux: ce qui fait que cette lumiere est continuellement détournée de son chemin, & qu'étant portée dans des lignes courbes, en traversant différentes parties, elle est réfléchie fort inégalement, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, & ne peut par conséquent passer en ligne droite; ou si elle a déja presque traversé les corps, elle se meut alors d'un mouvement si peu réglé, qu'on ne peut plus l'appercevoir sous la forme de lumiere: c'est pour cette raison qu'un floccon de neige, quelque spongieux qu'il soit, est opaque & blanc; parcequ'il renvoie toute la lumiere qu'il reçoit. L'eau battue de la tempête & agitée par les flots qui s'élevent & qui sont dans un mouvement très violent, écume, blanchit comme du lait; mais elle n'est plus transparente.

Les rayons de lumiere A B, D E, G H [*Tab.* 47. *fig.* 6 7.] qui tombent sur de la poussiere, attirés par les molécules B, E, H, sont réfléchis dans les directions B C, E F, H I: or comme un corps opaque ou obscur, est constitué de cete maniere, supposons que le rayon de lumiere G H tombe sur la surface A B, une partie de ce rayon sera réfléchie par cette surface sous le même angle sous lequel il y sera parvenu; tandis que l'autre partie du même rayon pénétrera la substance du corps A B C D, dans laquelle il se mouvera, & il se distribuera inégalement: une partie de cette lumiere sera, pour ainsi dire, étouffée, & ayant perdu son mouvement, s'assimilera à quelques parties de ce corps; une autre partie sortira de tous côtés, mais en si petite quantité, & avec un mouvement si irrégulier, qu'elle ne sera point sensible à l'œil Une preuve qu'une partie de ce rayon pénetre la substance de ce corps, c'est que les petites particules qui le composent sont transparentes, & que ce corps s'échauffe un peu, qu'il se raréfie; par conséquent la grandeur des pores & la disposition irréguliere des parties constituantes d'un corps concourent à le rendre opaque.

§ MDCCCCLXXII. Si on remplit donc les pores d'un de ces corps d'une substance quelconque, qui attire la lumiere aussi fortement que les parties solides de ce corps, le mouvement de la lumiere ne sera plus si inégal; elle ne se mouvera plus selon les mêmes lignes courbes, mais à l'aide des forces attractives & réunies de ces deux corps, elle sera portée selon des lignes droites, & elle traversera le corps, ainsi qu'on peut le remarquer par rapport aux rayons K L M N P, Q R S, X V, Y Z a [*Tab.* 47. *fig.* 8.], & c'est ainsi qu'en remplissant les pores d'un corps, il peut devenir transparent, d'opaque qu'il étoit auparavant.

Si le milieu qu'on emploie pour remplir les pores attire avec plus de force, de façon que sa force attractive agisse aussi fortement sur la lumiere,

que les parties solides du corps auquel il est joint, ce corps en sera plus transparent.

Tout ce que nous avançons ici, est confirmé par plusieurs observations : du papier blanc bien pur est opaque; mais si on emplit ses pores avec de l'eau, il commencera à devenir transparent : si on l'enduit d'huile d'olives, il le sera davantage; enfin si on le mouille avec de l'esprit de vin, ou qu'on étende dessus de l'huile de térébenthine, il deviendra aussi transparent que du verre; car la force avec laquelle l'huile de térébenthine rompt la lumiere, est à celle de l'huile d'olives : : 13222 : 12607.

Les terres, les sables, les pierres vitrifiables, le sel alkali, sont autant de corps opaques; néanmoins le sel, mêlé avec quelqu'un de ces corps exposé à l'ardeur d'un feu très violent, fondu par son action, & remplissant les pores de ce corps, forme un verre très transparent.

Si on prend deux parties de talc, autant de craie, une partie de borax, & qu'on expose ces corps à l'action d'un feu très violent, on en fait un composé, transparent, brillant, & dont la couleur est verdâtre; ou si on prend 4 parties de craie, trois parties de spath fusible, une partie de talc, & qu'on les soumette à l'action d'un grand feu, elles formeront une masse transparente, qui sera d'un jaune tirant sur le rouge (1).

Si on pile du verre jusqu'à ce qu'on l'ait réduit en poudre, cette poudre sera très blanche, mais en même-tems très opaque; ainsi qu'on peut s'en convaincre en couvrant de cette poudre un verre plan : mais si on verse de l'eau sur cette poudre, & qu'on en remplisse les pores, elle commencera à devenir transparente, & elle le deviendra tout à-fait si on verse dessus de l'huile de térébenthine. Ou prenez deux lames de verre qui ne soient transparentes que d'un côté, couvrez ces deux lames extérieurement avec deux autres lames de verre transparentes; ces 4 lames, prises ensemble, formeront un tout obscur; mais si on fait glisser de l'huile de térébenthine entre ces lames, cette masse deviendra transparente.

Le blanc d'œuf est fort transparent; mais si on l'agite & qu'on le batte, il sera rempli de grands pores, & il se changera en une espece d'écume blanche & opaque; la transparence renaîtra dès que l'écume sera dissipée.

Le vinaigre & l'huile d'olives sont deux liquides transparens, séparés l'un de l'autre; mais si on les mêle ensemble, on forme alors une espece de sauce blanche, qui est presque opaque.

L'eau est naturellement très transparente; mais lorsque, soumise à l'action du feu qui l'éleve en vapeurs, elle devient mille fois plus rare, elle perd beaucoup de sa transparence : c'est ce qui fait qu'on remarque de si épaisses ténébres dans les atteliers des Teinturiers & dans les Brasseries. Elles y sont produites par les vapeurs abondantes qui s'y élevent. Les vapeurs & les fumées qui s'élevent dans la partie supérieure de l'air, y forment des nuées opaques.

La pierre connue sous le nom d'*œil du monde*, est naturellement opaque; mais elle devient transpatente, lorsqu'on emplit ses pores avec de l'eau.

M. Huygens a remarqué quelque chose de semblable dans le plâtre (2);

(1) Hist. de l'Acad. de Berlin, ann. 1746. p. 77. (2) Philos. Trans. n. 122.

car l'ayant battu avec de l'eau, & l'ayant placé sous le récipient de la machine pneumatique, il parut opaque; mais ayant versé par-dessus de la térébenthine & de l'huile, il devint transparent.

Lorsque la glace vient d'être formée, elle est diaphane : elle devient opaque dès qu'elle se remplit de bulles d'air.

La nature nous offre un nombre prodigieux de semblables phénomenes à observer.

Lorsque les parties qui composent une masse sont homogenes, que les pores de cette masse sont en petit nombre, ou qu'ils sont réguliers, cette masse s'imbibe plus avidement de la lumiere qui l'éclaire, & elle en réfléchit une moindre quantité que si cette même masse étoit composée de parties hétérogenes, & que ses pores fussent moins réguliers & qu'elle fût plus fragile : c'est ce qu'on remarque par rapport aux métaux qui ne sont point propres à faire d'excellens miroirs lorsqu'ils sont purs & homogenes; mais si on en combine plusieurs ensemble, dont les parties ne s'assimilent & ne s'incorporent qu'à peine, dont les pores sont irréguliers, & qui forment un tout fragile & dur, ce mixte réfléchira plus fortement la lumiere & sera très propre à former des miroirs. Les anciens faisoient grand cas de ceux qui étoient composés d'étain & de cuivre (1); tels que ceux qu'on fait encore aujourd'hui (2). On préféroit autrefois ceux qui étoient d'argent. *Praxitel* fut le premier qui, du tems du grand *Pompée*, construisit de ces sortes de miroirs; mais l'argent est un métal trop mou pour recevoir un beau poli; & en Hollande l'air ronge en peu de tems sa surface, & lui fait perdre le poli qu'on lui a donné.

§. MDCCCCLXXIII. Il ne faut pas croire que la dureté des corps, ou leur densité, produisent l'opacité, ou qu'elle vienne de ce que les corps peuvent recevoir un très beau poli : car quel corps est plus dur que le diamant, qui est le plus diaphane de tous les corps transparens? Ainsi que quantité d'autres pierres précieuses, qui sont néanmoins susceptibles d'un très beau poli.

§. MDCCCCLXXIV. On ne doit pas croire non plus que la lumiere soit un corps different des autres corps; parcequ'elle ne passe pas toujours par les pores qui sont larges; car on remarque la même chose par rapport à plusieurs autres corps. En effet, l'eau ne pénetre pas le camelot dont les pores sont très ouverts : bien plus, ni l'eau, ni la biere, ni le vin, ni l'esprit de vin, ne passent pas à travers les pores du liége, ou des tonneaux de bois, quoique l'huile d'olives, qui est beaucoup plus épaisse que tous ces fluides, les pénetre, & ne soit retenue que difficilement dans de semblables vaisseaux. Le mercure ne passe pas facilement par les larges pores du papier, de la toile ou du cuir, quoique le diametre de ses molécules soit beaucoup plus petit que celui de ces pores.

§ MDCCCCLXXV. On ne doit point aussi se figurer que les corps que nous regardons au premier abord, comme opaques, soient effectivement tels qu'ils nous paroissent; car si on les examine avec plus d'attention, on les trouvera bien moins opaques qu'on ne l'auroit cru. Pour s'en assurer,

(1) Plinius in Hist. Nat. Lib. 33. Cap. 9. §. 45. (2) Smith. Optiks. §. 787.

on ne sauroit mieux faire que de les exposer dans une chambre obscure, à un petit trou fait à une fenêtre, par lequel on donne entrée au soleil; & on y observera que tous les métaux, réduits en petites lames minces, sont transparens, ainsi que toute tranche de bois quelconque. On remarquera même que les nœuds des bois résineux, quoique très épais, ainsi que les doigts de nos mains, sont transparens comme de la corne.

§. MDCCCCLXXVI. On donne le nom de miroir à toutes sortes de corps dont la surface lice & polie réfléchit régulierement la lumiere du soleil, qui tombe dessus.

§. MDCCCCLXXVII. Les miroirs sont de plusieurs especes. On en fait de plans; 2°. de sphériques, qui sont ou convexes ou concaves; 3°. de cilindriques convexes ou concaves, 4°. de coniques, 5°. de pyramidaux, 6°. de prismatiques : on en peut même faire de toute sorte de figure. Nous considérerons seulement ici ces différens miroirs faits de métal, ou seulement ceux qui n'ont qu'une seule réflexion, qui vient de leur surface antérieure. Nous allons commencer ce détail par l'examen des miroirs plans.

§. MDCCCCLXXVIII. Si un rayon de soleil AC [*Tab.* 48. *fig.* 1.], tombe sur un miroir de cette espece, il se réfléchit, & il forme son angle de réflexion BCO égal à son angle d'incidence ACO.

§. MDCCCCLXXIX. Par conséquent le rayon BC rejaillit du point de réflexion C, avec la même force avec laquelle il étoit tombé sur ce point. Pour s'en convaincre, décomposons le mouvement AC de ce rayon en AO & CO : le mouvement AO étant parallele à la surface du miroir, demeure dans son entier; on a donc OB = AO. Or ce rayon tombe sur ce miroir avec une force exprimée par OC; & si cette force ne demeuroit point aussi dans son entier, on n'auroit point CO = CO, & conséquemment on n'auroit point aussi l'angle BCO = AOC. Mais l'expérience nous apprend que ces 2 angles sont égaux, & conséquemment que la vîtesse du rayon réfléchi égale celle du rayon incident; d'où il suit que la force de l'un & de l'autre est la même.

§. MDCCCCLXXX. Le rayon réfléchi CB [*Tab.* 48. *fig.* 1.], est dans le même plan que le rayon incident AC, qui est perpendiculaire au plan réfléchissant DCE.

En effet, ayant conduit la droite AB du rayon incident au rayon réfléchi, on forme le triangle ACB, qui est toujours dans le même plan (1). Or, comme on conçoit que le mouvement AC se décompose en AO, parallele à DCE, & en OC, perpendiculaire, tout le plan conduit par OC, est perpendiculaire à DCE.

§. MDCCCCLXXXI. La voie que suit le rayon AC qui tombe sur le miroir plan DE qui le réfléchit en CB, est la voie la plus courte.

Supposons que le rayon tombe en F ou f, & qu'il soit réfléchi en B, on aura AF + FB, ou Af + fB, plus grand que AC + CB. Soit prolongé AC jusqu'en P, de sorte que CP = CB. Soit aussi conduite la droite PB, on aura AC + CB = AC + CP : on aura l'angle ECB = l'angle ECP; donc BCF = PCF, par conséquent le côté FB = FP; mais AF + FP, sont

(1) Euclid. Elem. Lib. 11. §. 4.

plus grands que AP; donc AF + FB, sont plus grands que AC + CP, qui sont = AC + CB; Pareillement fB = fP; mais Af + fP sont plus grands que AP: donc Af + fB, sont plus grands que AC + CB. *Kirker* a assuré que la nature agit toujours, & en toutes circonstances, par les voies, les lignes, les plus courtes (1); mais on ne peut regarder cette proposition comme universelle; car le célebre *Smith* en a très bien démontré la fausseté, par rapport aux miroirs courbes (2).

§. MDCCCCLXXXII. La position d'un œil E, ainsi que celle d'un objet A, étant donnée; le miroir BF étant pareillement donné, trouver le point C, sur lequel le rayon AC tombera, & d'où il se réfléchira en CE, pour se porter dans l'œil.

Faites tomber, des deux points A & E [*Tab.* 48. *fig.* 2.], des perpendiculaires sur le miroir BF, tirez ensuite les lignes AF & FB, qui se coupent au point D; de ce même point D abaissez la perpendiculaire DC; ayant ensuite mené les lignes AC & EC, vous aurez la ligne AC pour ligne d'incidence, & la ligne EC, pour ligne de réflexion; car vous aurez les proportions suivantes, AB : BF : : DC : CF; & EF : BF : : DC : BC; & conséquemment AB × CF = BF × DC = EF × BC, donc AB : BC : : EF : CF, & les deux triangles ABC & EFC seront semblables, & l'angle ACB sera = l'angle ECF.

On peut encore trouver de cette maniere le point C qu'on cherche : prolongez AB jusqu'en K, de sorte que AB = BK; menez ensuite la droite ECK, le point C sera le point cherché: car les triangles ABC, KBC, ECF sont semblables, & l'angle ACB = l'angle ECF; par conséquent ACD = ECD.

§. MDCCCCLXXXIII. Si on place l'objet DE [*Tab.* 48. *fig.* 3.], devant un miroir plan AB, son image LM paroîtra à l'œil CH, à la même distance derriere le miroir que l'objet DE s'en trouve éloigné par devant. 2°. L'image LM est égale & semblable à l'objet DE. 3°. Elle se trouve aussi dans la même disposition, par rapport à l'œil, que l'objet DE.

Il part du point D de l'objet, des rayons qui tombent sur toute la surface du miroir AB. Parmi ces rayons, DF & DG, ainsi que leurs intermédiaires, sont réfléchis suivant les lignes FC, GH, pour se porter dans l'œil GH: pareillement il part du point inférieur E de l'objet, les rayons EN, EO, ainsi que leurs intermédiaires; ces rayons réfléchis s'en retournent selon les directions NC, OH: or si on prolonge en arriere les rayons CF, HG, ils iront concourir en L derriere le miroir, ainsi que les rayons CN, HG, qui iront se réunir au point M; si on tire les lignes LD, ME, on aura l'angle DFA = CFB = AFL, & conséquemment DFG = LFG. L'angle DGA = HGB = LGA; le côté GF = GF; donc le triangle LFG = DFG.

Puisque l'angle DFA = LFA, & que les côtés LF, FA = les côtés DF, FA, on aura LA = DA. Si on conçoit que la ligne ME soit tirée, on démontrera pareillement que la droite ZM = ZE, & conséquemment que l'image est à la même distance derriere le miroir, que l'objet l'est devant sa

(1) Kirkeri Ars magna Lucis & Umbræ, pag. 539. (2) Smith Optiks. Rem. pag. 70.

furface antérieure. 2°. Comme l'angle DFB = LFB, & que EOA = MOA, & que FO = FO, & LF = DF, & MO = EO, on aura LM = DE, & conféquemment l'image doit être égale à l'objet, & doit être pofée de la même maniere par rapport à l'œil.

§. MDCCCCLXXXIV. C'eft pour cela que fi un Obfervateur fe tient debout devant un miroir, il verra dans ce miroir, à fa gauche, les parties qui font véritablement à fa droite, & il verra à fa droite celles qui feront à fa gauche.

2°. Pareillement fi cet Obfervateur s'avance vers le miroir, ou qu'il s'en éloigne, fon image paroîtra s'en approcher ou s'en éloigner de la même maniere.

§. MDCCCCLXXXV. Si un miroir plan eft difpofé parallelement à l'horifon, & que l'objet AB [*Tab.* 48. *fig.* 4.] foit placé perpendiculairement à l'horifon, cet objet paroîtra renverfé, dans la fituation ba, à l'Obfervateur qui le confidérera : car les points A & B de l'objet doivent fe rapporter derriere le miroir, aux points a & b, & à une diftance femblable à celle de l'objet AB, au miroir.

La démonftration de cette propofition eft la même que celle que nous avons donnée dans la fection précédente (1983).

§. MDCCCCLXXXVI. Si un miroir plan CD [*Tab.* 48. *fig.* 5.] eft incliné à l'horifon, & forme avec lui un angle de 45 degrés, un objet vertical AB paroîtra difpofé parallelement à l'horifon, dans la fituation ab, à un Obfervateur qui le confidérera en OH, & qui dirigera fa vue en haut. On peut encore appliquer ici la démonftration donnée dans le §. 1983.

§. MDCCCCLXXXVII. Lorfque les rayons qui partent de tout le difque du foleil, tombent fur un miroir plan, ils font réfléchis fous le même angle fous lequel ils font tombés ; mais des rayons qui viennent de tout le difque du foleil, tombent fur tous les points du miroir, & éclairent toute fa furface. Ils forment donc un angle de 32 minutes, angle fous lequel on voit le diametre du foleil ; par conféquent les rayons du foleil réfléchis fous cet angle, & portés fur un plan éloigné, repréfenteront un nombre prodigieux de difques du foleil, qui tomberont en grande partie en un même endroit, & dont l'autre partie tombera au-delà de l'endroit où fe fait le concours des difques : c'eft pour cela que quoiqu'on faffe ufage d'un miroir quarré, qui réfléchira la lumiere qu'il recevra, & illuminera un efpace en quarré fur un plan difpofé auprès de lui, ce même miroir néanmoins éclairera en rond le plan dont nous venons de parler, fi on le porte beaucoup plus loin.

§. MDCCCCLXXXVIII. Suppofons un miroir plan CD [*Tab.* 48. *fig.* 5.], éclairé d'en haut, & incliné à l'horifon de 45 degrés ; fi on préfente devant ce miroir un objet ab, & que l'œil du fpectateur foit placé en oh, il verra cet objet derriere le miroir, & dans une fituation droite AB : ce qu'on peut démontrer de la même maniere que dans le §. 1983.

§. MDCCCCLXXXIX. Soit un miroir plan CD [*Tab.* 48. *fig.* 6.] appuyé fur le parquet BSD ; fi on place fur le même parquet un plan incliné AB, & que l'œil du fpectateur foit placé en OH, il verra ce plan incliné droit derriere le miroir en ab ; fi l'angle BIb, formé par le plan incliné & par

l'image droite I b, eſt coupé en deux par le miroir : car le point inférieur B paroîtra en b, par le moyen des rayons B t, B r, qui, étant réfléchis par le miroir, deviennent t H, r O, & on a t B = t b, & r B = r b. Pareillement les rayons qui partent du point A de l'objet pour ſe porter ſur le miroir, ſont A p, A q, qui, réfléchis, deviennent p O, q H, & ſont vus en a derriere le miroir, à la même diſtance que le point A eſt éloigné de la ſurface antérieure de ce miroir. L'objet A B eſt donc repréſenté à la vue de même que s'il étoit droit, & qu'il fût diſpoſé ſelon b a. Si on place donc ſur le plan incliné A B une boule, qui, par l'effort de ſa gravité, ſoit portée de A en B, cette boule, vue dans le miroir, paroîtra monter du point a au point b.

Pour prolonger le mouvement de cette boule, qui paroît ſe faire contre les loix de ſa gravité, on conſtruit une table L I K M [*Tab.* 48. *fig.* 7. 8.], dont l'épaiſſeur doit être plus grande en L M qu'en I K; afin qu'étant placée ſur une autre table horiſontale, elle forme un plan incliné tel que le plan A B [*Fig.* 6.]. On trace dans l'épaiſſeur de ce plan de petits ſillons en forme de ſerpentins M N, N Q, Q T, T V, V W, W Y, Y Z, Z R. On perce un trou à l'extrêmité R du ſerpentin, qui donne iſſue à la boule lorſqu'elle eſt parvenue à l'extrêmité de ſa courſe : on place donc une boule X dans la partie la plus élevée M du canal ; cette boule, abandonnée à elle-même, deſcend ſelon toute la longueur de ce canal, & paroît continuellement monter à celui qui la regarde dans un miroir incliné. Enfin parvenu au point R, qui paroît le plus élevé, le ſpectateur la voit paſſer par le trou qui y eſt creuſé, & elle diſparoît à ſa vue. On peut renfermer cette machine dans une boîte noircie intérieurement, & diſpoſée de maniere que le ſpectateur, dont l'œil eſt placé en O H, ne voie que l'image de la machine & le mouvement de la boule : il faut pour cela que l'intérieur de la boîte reçoive du jour par ſa partie latérale, & que le ſpectateur regarde à travers une lentille convexe. Cette diſpoſition eſt plus favorable, & prête davantage à l'illuſion : c'eſt cette diſpoſition que nous avons fait groſſierement tracer dans la fig. 8.

§. MDCCCCXC. Nous n'avons conſidéré juſqu'à préſent que des miroirs opaques de métal ; mais le plus grand nombre des miroirs eſt fait de verre tranſparent, dont on couvre la ſurface poſtérieure d'étain laminé & de mercure, pour la rendre opaque : ces ſortes de miroirs nous offrent d'autres phénomenes à conſidérer ; car ils réfléchiſſent la lumiere par l'une & l'autre ſurface.

Soit le miroir A B C D [*Tab.* 48. *fig.* 9.], & une lumiere en E ; l'œil du ſpectateur placé en O verra cet objet en N, en tant que la lumiere eſt réfléchie par le point g de la ſurface antérieure B D de ce miroir, & on a B N = B E. Une partie de cette lumiere E h eſt réfractée par la place qu'elle pénetre, & ſuit la direction h k ; parvenue au point k, elle eſt réfléchie vers le point i, de façon que g h = g i. Cette lumiere ſuit la route i O pour parvenir à l'œil du ſpectateur : par conſéquent ſi on imagine que le rayon O i ſoit prolongé en arriere juſqu'au point M, de façon que M O = E h + h k + k i + i O, on aura en M le véritable lieu de l'image. Mais comme les rayons qui partent de la lumiere E tombent ſur toute la ſurface antérieure g B du miroir, & que quelques petits faiſceaux de cette lumiere, par exemple E n, pénetrent le verre & ſe réfractent pour ſe porter en p ſur la ſurface poſtérieure

du

du miroir A C : ce faiſceau réfléchi par le point p, eſt reporté vers le point g de la ſurface antérieure ; là quelques-uns des rayons qui le compoſent ſortent au-delà de cette ſurface, tandis que quelques-autres ſont reportés vers le point q, de-là au point r, d'où ils parviennent à l'œil O, qui croit voir une troiſieme image en S, éloignée du point O d'une diſtance = E n + n p, + p g, + g q, + q r, + r O. Mais il y a outre cela une quantité prodigieuſe de rayons qui ſont pareillement réfléchis par les deux ſurfaces du miroir; & les nombres de ces répercuſſions ſont comme ceux de la ſuite directe des nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, &c. La denſité des rayons réfléchis diminue à proportion que le nombre des répercuſſions augmente; parceque la ſurface antérieure du miroir laiſſe toujours échapper quelques rayons, & qu'il n'en revient qu'un très petit nombre, qui peuvent à peine affecter l'organe, par rapport à leur rareté ; de ſorte que les dernieres images ſont tout-à fait languiſſantes.

§. MDCCCCXCI. Mais ſi l'objet E, & l'œil O, étoient diſpoſés dans la même perpendiculaire au miroir, les deux images, celle qui eſt renvoyée par le mercure, ainſi que celle que la ſurface antérieure du miroir réfléchit, co-incideroient, & on ne verroit qu'un ſeul objet ſimple : car ſi cet effet n'avoit point lieu en pareil cas, les miroirs de glace ne pourroient nous être d'aucune utilité. Il eſt bon de conſulter ce que *Kraaf* nous a donné ſur ces deux propoſitions (1).

§. MDCCCCXCII. Soient deux miroirs plans D A B C, E A B F [*Tab.* 49. *fig.* 3.] poſés l'un contre l'autre à angle droit D A E, ou C B F ; que ces miroirs ſoient fixés & maintenus en ſituation par un plan ferme quadrangulaire D E F C [*Tab.* 49. *fig.* 2.], qui les recevra poſtérieurement : ils formeront alors un priſme triangulaire. Placez ces miroirs par leur baſe triangulaire ſur deux plans peints, 1, 2, 3, 4, & 5, 6, 7, 8, qui ſeront poſés ſur une table horiſontale ; que l'œil du ſpectateur en M N ſoit éloigné d'une certaine diſtance de la jonction de ces miroirs, à laquelle il doit être diamétralement oppoſé, comme il eſt repréſenté [*Tab.* 48. *fig.* 10.]. Il faut auſſi que ce qui eſt peint ſur les deux plans ſoit oppoſé. Sur les deux dont il eſt ici mention, on a peint deux arbres qui ſont très près l'un de l'autre par leurs racines Q & G, & dont les ſommets V, H ſont autant éloignés qu'ils puiſſent l'être. Cela poſé, l'œil placé en M N verra ces deux arbres dans une ſituation droite, telle que W, V, & π O : ſuivant le §. 1988, le côté T de la tête de l'un, paroîtra en Z, & le côté R de la tête de l'autre paroîtra en P ; car le point Q envoie les rayons Q n, Q p, ces rayons réfléchis par le miroir ſe portent ſelon les directions n M, p N, & ſont vus en V derriere le miroir, point auquel ils concourroient s'ils étoient prolongés en arriere. Pareillement les rayons T X, T Y, qui émanent du point T, ſont réfléchis par le miroir ſelon les directions X M, Y N, & ces rayons prolongés en arriere, iroient concourir en Z ; ce qui fait que le point T paroît derriere le miroir en Z. Les rayons qui partent de l'arbre G H, & qui tombent ſur le miroir B F, ſont portés de la même maniere dans l'œil M N.

C'eſt par ce moyen qu'on parvient à former un ſpectacle agréable, qui

(1) Comm. Petrop. Tom. 10. p. 185.

nous représente, comme unis ensemble, deux tableaux qui sont couchés & opposés l'un à l'autre, & dont les objets nous paroissent dans une situation droite & naturelle.

§. MDCCCCXCIII. Si on joint ensemble à angle droit deux miroirs A B, A C [*Tab.* 48. *fig.* 10.], l'œil du spectateur étant placé en X, entre le miroir A C & la droite A O, qui divise en deux parties l'angle droit, verra l'objet S, représenté une fois dans le miroir AB, & deux fois dans le miroir A C.

En effet, soit menée la ligne S B perpendiculaire sur le miroir A B; que cette perpendiculaire soit également prolongée jusqu'en Q : de ce point Q soit élevée la perpendiculaire Q H sur le miroir C A, ou sur une partie prolongée de ce miroir; faites H Z = Q H : conduisez ensuite Z L perpendiculaire sur le prolongement du miroir B A : prenez L Y = Z L : menez ensuite les lignes Y X, Z X, Q X, qui passent par les miroirs aux points M, F, E; joignez après cela les points Q & F par la ligne Q F, qui passera par le point D du miroir A B, & tirez les lignes S E, S D, S M. Cela posé, l'œil placé en X, verra les images de l'objet S dans les points Q, Z, Y; car le rayon incident S E est réfléchi selon la direction E X; puisque l'angle E C B = Q E B = A E X, & que Q B = SB. L'autre rayon S D sera réfléchi selon les directions D F & F X : car l'angle S D B = Q D B = A D F, & l'angle Q F H = Z F H = C F X, & S D + D F = Q D + D F = Z F; donc S D + D F + F X = Z X; & conséquemment l'objet S sera vu en Z. Le troisieme rayon S M est réfléchi selon la direction M X; car l'angle S M K = Y M K = C M X, & on a S M + M X = Y X : d'où il suit qu'on verra l'objet S en Y.

Si l'objet est un secteur de cercle P A C S P, & qu'il remplisse tout l'espace compris entre les deux miroirs, il paroîtra sous la forme de trois secteurs de cercle P A T, T A R, R A C, & ces trois secteurs seront vus derriere les miroirs; de sorte que si on considére ensemble l'objet P A C & les trois secteurs dont nous parlons, ils paroîtront former ensemble un plan circulaire : on voit donc 4 fois l'objet dont nous venons de parler; savoir, trois fois derriere les miroirs, & une fois à l'œil nud.

§. MDCCCCXCIV. Mais une seule regle générale suffit, & peut s'appliquer à plusieurs miroirs, pour trouver les endroits où les images des objets doivent être représentés; il ne s'agit que de regarder l'image représentée par le premier miroir comme l'objet du second, l'image de celui-ci comme l'objet du troisieme, & ainsi de suite, suivant le nombre de miroirs dont on fera usage : il faut cependant donner quelques démonstrations particulieres pour quelques cas, afin qu'on puisse mieux saisir la regle générale.

§. MDCCCCXCV. Soient donc deux miroirs A B, A C [*Tab.* 49. *fig.* 1.], unis ensemble de maniere qu'ils forment un angle aigu B A C, & que, ni l'objet S, ni l'œil X, ne soient placés dans la même ligne droite qui divise en deux parties égales l'angle B A C : dans cette supposition, on pourra voir l'objet dans chaque miroir autant de fois qu'on pourra conduire alternativement des perpendiculaires sur les miroirs, en commençant par l'objet S, jusqu'à ce que la derniere perpendiculaire se termine sur le côté de l'un ou de l'autre miroir, ou entre l'angle K A Z des miroirs prolongés.

En effet, soit conduite du point S la perpendiculaire S D sur A B, laquelle, étant prolongée, devienne D E = S D; soit ensuite tirée la perpendiculaire E G sur A C, laquelle, étant pareillement prolongée, devienne G F = E G: du point E soit menée la perpendiculaire F H sur B A Z, laquelle, étant prolongée, devienne H I = F H: de ce point I soit menée la perpendiculaire I K sur C A K, cette perpendiculaire prolongée, donnera la ligne K L, & ces lignes seront comprises & terminées dans l'angle K A Z; de sorte qu'on ne pourra tirer que trois perpendiculaires seulement, alternativement d'un miroir à l'autre. Pareillement de ce même point S soient conduites alternativement les perpendiculaires que nous allons indiquer sur les deux miroirs dont il est ici question; savoir, S M, à laquelle soit égale la ligne prolongée M N, ensuite N O, à laquelle soit égale la ligne prolongée O P; ensuite P Q, ainsi que son prolongement Q R, qui lui est égal; enfin R T, & son prolongement T V, qui tombe dans l'angle K A Z. On ne pourra donc encore tirer que trois perpendiculaires, & on ne ne pourra voir dans les deux miroirs que six images du même objet, qu'on observera aux points E, P, I, R, F, N.

Car 1°. On voit l'objet S au point E; parceque l'angle S a D = E a D = A a X: par conséquent le rayon S a se réfléchit selon a X, & on a S a + a X = E X.

2°. Le rayon incident S m se réfléchit selon m f; parceque l'angle S m M = N n M = A m f: or m f se réfléchit selon f X; puisque l'angle N f O = P f O = B f X, on a S m + m f = N m + m f = P f; & conséquemment S m + m f + f X = P X: ce qui produit l'image en P.

3°. Le rayon S c se réfléchit selon c i, i g, g X; puisque l'angle S c D = E c D = A c i. Maintenant l'angle E i G = F i G = A i g; de même l'angle H g F = i g H = B g X: outre cela, on a S c + c i = E C + c i = F i, & F i + i g = I g; par conséquent c S + c i + i g + g X = I X. On doit donc encore voir l'image en I.

4°. Le rayon S k se réfléchit en suivant la ligne k h, ensuite h m, & enfin m X; car l'angle S k M = N k M = A k h. De plus l'angle O h N = O h P = B h m. L'angle P m Q = R m Q = C m X. On a encore S k + k h = N k + k h = P h. Outre cela P h + h m = R m. Par conséquent S k + k h + h m + m X = R X: on doit donc voir l'image de l'objet au point R.

5°. Le rayon incident S b se réfléchit selon b M, de-là en M X; car l'angle S b D = E b D = A b M. On a encore l'angle E M G = F M G = C M X. Outre cela, on a S b + b M = E b + b M = F M. Par conséquent S b = b M + M X = F X. On doit donc encore voir l'image en F.

6°. Le rayon S d se réfléchit selon d X; puisque l'angle S d M = N d M = C d X. Outre cela on a S d + d X = N X.

Les endroits où les images se peignent sont toujours disposés dans la circonférence d'un cercle, dont A S est le rayon, & le point A le centre.

On trouvera encore plusieurs autres choses relatives à cet objet dans la Catoptrique de *Tacquét*.

§. MDCCCCXCVI. Si on dispose deux miroirs C B & E D [*Tab.* 48. *fig.* 11.] parallelement l'un à l'autre, & qu'un objet soit placé entre ces deux

miroirs à l'une de leurs extrêmités A, & l'œil de l'Obſervateur à l'autre extrêmité O, on obſervera une ſuite d'images qui ſe multipliera à l'infini, de façon que ſi l'objet A étoit un homme, on verroit de part & d'autre, c'eſt-à-dire, dans les deux miroirs, une file d'hommes qui ne finiroit point.

Pour ſaiſir la raiſon de ce phénomene, ſoit tirée la ligne K H perpendiculaire aux deux miroirs; prenez ſur cette ligne D F = A D, & tirez la ligne F M O, ainſi que la ligne A M, l'image de l'objet A ſera deſſinée en F; puiſque l'angle A M D = D M F = E M O, & que A M + MO = F O.

Prenez enſuite A G deux fois plus grand que la diſtance B D qui ſépare les deux miroirs: menez après cela la ligne G P O, & BI = B A; tirez auſſi P I; alors l'objet A ſe fera voir en G, par le moyen des rayons réfléchis A N, N P, P O; car dans les deux triangles B N I, B N A, qui ſont ſemblables & égaux, on a l'angle B N I = B N A. Outre cela, D I = D G; car on a A G = 2 B A + 2 A D. Par conſéquent D G = 2 B A + A D : or D I = 2 A B + A D; donc D G = D I, & conſéquemment le triangle I P D = D P G, & l'angle I P D = D P G = O P E : c'eſt pourquoi O P eſt réfléchi ſelon P N, qui eſt auſſi réfléchi ſelon A N; par conſéquent l'image de l'objet doit ſe deſſiner en G : car on a A N + N P = I P = P G; & conſéquemment A N + N P + P O = G O.

Si on prend après cela F H égal au double de la diſtance des deux miroirs, & qu'on tire la droite H O, qui coupe E D en S, & qu'on faſſe B L = B F, on aura deux triangles; ſavoir, R B L, R B F, égaux & ſemblables, & l'angle L R B = F R B. Or D L = D H; puiſqu'il eſt compoſé de B L + B D, auxquels D H eſt égal; par conſéquent le triangle L S D = H S D, & l'angle L S D = H S D = O S E; par conſéquent le rayon O S doit être réfléchi ſelon R S, & ce dernier ſelon R Q, lequel ſera encore réfléchi ſelon Q A; par conſéquent l'image de l'objet doit être rapportée en H : car on a A Q + Q R = F R = L R, & A Q + Q R + R S = L S = H S; & conſéquemment A Q + Q R + R S + S O = H O.

En continuant à opérer de cette façon, on trouvera que l'objet doit être vu un plus grand nombre de fois par l'Obſervateur placé en O; mais comme la lumiere ſe diſperſe & s'affoiblit à proportion qu'elle eſt réfléchie par les miroirs, il eſt rare qu'on puiſſe diſtinguer, comme il faut, plus de 6 ou 7 images

On démontre la vérité de cette propoſition de deux manieres. 1°. On peut ſe ſervir pour cela d'une boîte oblongue quadrangulaire, à deux côtés oppoſés de laquelle on applique deux miroirs, dont l'un eſt percé d'un trou au milieu : on place ſur le fond de cette boîte une image qui repréſente, ou de petits arbriſſeaux, de petites figures, ou des animaux.

2°. On peut encore prendre une boîte exagonale, dont trois côtés ſoient oppoſés & paralleles aux trois autres côtés, on place les objets qu'on veut voir ſur le fond de cette boîte; & on les voit alors multipliés dans les miroirs dont les côtés de la boîte ſont revêtus.

§. MDCCCCXCVII. On peut comprendre aiſément, par ce que nous avons dit juſqu'à préſent, la conſtruction du *polémoſcope* [*Tab.* 48.*fig.*12.], & de quantité d'autres machines catoptriques, dont *Deſchales*, *Zahn*,

Wolf, *Smith*, & plusieurs autres, ont fait mention : on pourra consulter au besoin ce qu'ils ont écrit à cet égard.

Le plus simple de tous les polemoscopes est celui qui n'est composé que de deux miroirs plans, tel que celui que nous allons décrire. La boîte de bois K N D M [*fig.* 12.] est ouverte en A K ; on adapte à cette partie un miroir A B, incliné à 45 degrés: on dispose aussi vers la partie inférieure de cette boîte un second miroir C D, parallele au premier, mais dans une situation opposée. Le côté M D est percé en E & muni d'un petit tube dans lequel l'œil puisse se loger : on fait usage de cette machine en plein jour ; car alors les objets extérieurs envoient des rayons sur le miroir A B, selon la direction S F, par exemple ; ce miroir les renvoie en P, & sous le même angle sous lequel ils sont tombés sur le miroir A B : le point P les renvoie en E ; où ils passent dans l'œil de l'Observateur, qui voit alors ce qui se passe au-dehors. On fait encore des polémoscopes composés d'un miroir plan & de 2, 3 ou 4 lentilles. Il y en a encore de plus composés, qui sont faits de deux miroirs plans & de 2, 3 ou 4 lentilles ; il faut compter parmi ces derniers celui qui est composé d'un télescope de Hollande, & de deux miroirs plans paralleles, situés obliquement entre deux lentilles : à l'ouverture K de cette machine est disposé à angle droit un petit tube, à l'orifice duquel est adaptée la lentille convexe du télescope ; tandis que la lentille concave est appliquée à l'orifice inférieur de la même machine : c'est à travers cette derniere lentille que passent les rayons réfléchis par le miroir inférieur. On peut encore faire usage des deux lentilles convexes qui entrent dans la composition du télescope astronomique. Ces deux manieres de construire des polémoscopes, sont assez avantageuses : je ne parlerai point des autres ; parcequ'elles ne sont point aussi bonnes, & en même-tems pour ne point devenir prolixe. On pourra consulter sur cela la 626[e] figure de *Smith in comple Syftem. of Optiks*. Le célebre Professeur *Ehrenberger* nous a donné en 1709 deux Dissertations sur les différentes manieres de construire des polémoscopes, dont *Hevelius* fut l'inventeur en 1607, & qu'il a décrites dans les prolegomenes de sa Selenographie, pag. 24.

§. MDCCCCXCVIII. Si deux rayons de lumiere A X, C K [*Tab.* 49. *fig.* 4.] tombent parallelement à l'axe X B d'un miroir sphérique convexe N K X P, ces rayons réfléchis par ce miroir deviendront divergens, & ils formeront un foyer imaginaire en E, qui est à égale distance du centre F & de la surface K X du miroir.

Soient donc deux rayons très près l'un de l'autre A X, C K, du centre F ; par le point A d'incidence, soit menée la ligne F K L, appellée *cathete* (1) : soit aussi conduite la ligne E K M, M K sera le rayon réfléchi, si C K est le rayon incident.

En effet, E F = E X ; or E K = E X, puisque ce sont deux rayons très proches l'un de l'autre ; donc E K = E F. Par conséquent, dans le triangle isocele, l'angle E K F = E F K, auquel C K L est égal, par rapport aux paralleles C K & X F ; & on a M K L = E K F : donc C K L = M K L.

§. MDCCCCXCIX. Si deux rayons divergens, tels que E B, E D [*Tab.* 49. *fig.* 5.] tombent sur la surface d'un miroir sphérique convexe D B,

(1) On donne ce nom en Catoptrique à toute perpendiculaire d'un point de réflexion au plan du miroir.

le foyer imaginaire fera en C, en faifant AC : CB : : AE : EB.

Du centre A foit conduite par le point B la *cathete* ADR ; pareillement du centre E du rayon ED, foit décrit un arc qui coupe la *cathete* au point R : foit enfuite tirée la ligne ER ; par le point D foit menée CDN parallele à ER, le point C fera le point cherché : car comme l'arc BD eft très petit, on a CD = CB, & EB = ED : par conféquent on a la proportion AC : CD : : AE : ER, ou AC : CB : : AE : EB. Mais l'angle EDR eft l'angle d'incidence, auquel l'angle ERD du triangle ifocele eft égal ; & à caufe des paralleles ER, DN, cet angle ERD = RDN : par conféquent le rayon incident ED fera réfléchi felon DN.

§. MM. On peut encore trouver le rayon réfléchi de cette maniere, fur quelque point du miroir que tombe le rayon incident : foit le point rayonnant A [*Tab.* 49. *fig.* 6.], d'où part le rayon AB ; foit menée par le point B la tangente DBG. Dans cette hypothefe, le rayon AB tombe fur le point B, de même que s'il tomboit fur un miroir plan DBG. Du point A au point C foit menée la droite ADC, & foit pris BG = BD. Du point C par le point G foit tirée la droite CGF, dans laquelle on prendra GF = AD ; fi on tire BF, on aura AB pour rayon incident, & BF pour rayon réfléchi ; car les triangles rectangles CBD, CBG font égaux & femblables : par conféquent l'angle CDB = CGB : de même l'angle ADB = FGB ; & comme les droites AD, DB font égales aux droites FG, GB, on aura les triangles ADB, FGB égaux & femblables, & l'angle ABD = FBG ; par conféquent ABE = FBE, le rayon AB fera le rayon incident, & le rayon BF le rayon réfléchi.

§. MMI. Comme on a AE : EB : : AC : CB [*Tab.* 49. *fig.* 5.], on aura *componendo* AE + EB : EB : : AB : CB. Par conféquent plus le rapport de AE + EB à EB deviendra grand, & plus celui de AB à CB augmentera : c'eft pourquoi le point rayonnant E, s'approchant du miroir, le foyer imaginaire C s'en approchera à proportion ; & en fuppofant que l'objet foit en B, fon image fe verra auffi-bien en B ; c'eft-à-dire, fur la furface du miroir.

§. MMII. On peut encore trouver le point C de cette maniere, AE + EB : AB : : EB : CB [*Tab.* 49. *fig.* 5.] ; foit donc F le foyer des rayons paralleles, en prenant la moitié de la premiere raifon, on aura EF : FA : : BE : BC.

§. MMIII. Si le point rayonnant eft à une diftance infinie du miroir, l'image, fuivant le §. 1998, fera en F, milieu du rayon AB ; lorfque le point rayonnant touche le miroir en B, fon image fe remarque en B : par conféquent, à quelque diftance du miroir qu'on place l'objet, fon image fe verra toujours entre le point F & le point B.

§. MMIV. Mais fi nous fuppofons que plufieurs rayons partent du point E [*Tab.* 49. *fig.* 8.] de l'objet, pour tomber fur la furface BDS du miroir, tels que les rayons EB, EF, ED, EK, ES, parmi lefquels le rayon EB, tombant perpendiculairement, fe réfléchit felon la direction BE, tandis que EF s'en retourne felon la direction Fa, ED felon Dm, EK felon Kn, & que ES, étant tangente au point S, fuit toujours fon chemin fans être réfléchi. Si on prolonge en arriere les rayons nK, mD, aF, ainfi que tous leurs intermédiaires, ces rayons fe couperont derriere le miroir, & formeront, par leurs fections, la courbe CCCS, de la périphérie de laquelle ils

paroîtront provenir, en supposant que l'œil placé au-delà du miroir se meuve du point B au point S: on conçoit ici que le soleil se meut dans un plan qui passe par le centre du miroir & par le point E; car s'il se mouvoit selon un autre plan, les rayons lui paroîtroient partir d'une autre courbe. Si le point E se mouvoit, tandis que l'œil demeureroit en repos, toute la courbe paroîtroit en mouvement.

§. MMV. Il suit de-là que, soit que le point E se meuve autour du miroir, soit que ce soit l'œil qui se meuve de la même maniere, l'objet paroîtra toujours droit, & derriere le miroir, en formant une courbe & une image difforme.

§. MMVI. Comme cet objet, autant qu'on peut le voir, est toujours vu dans une portion de la courbe C C [*Tab.* 49. *Fig.* 9.], il doit paroître plus petit; ainsi qu'il est représenté dans la figure 9, dans laquelle on remarque que les rayons E B, E G qui partent du point E, ainsi que leurs intermédiaires, sont réfléchis par le miroir, & portés dans l'œil D H: or ces rayons étant prolongés en arriere, paroissent partir du point I. Pareillement les rayons F M, F N, ainsi que leurs intermédiaires, sont réfléchis du miroir dans l'œil, & prolongés en arriere, ils paroissent venir du point L; par conséquent tout l'objet E F doit être vu en I L, plus proche du miroir, mais droit, un peu courbe & difforme.

§. MMVII. Si on se sert d'un miroir sphérique concave K I B D H [*Tab.* 50. *fig.* 1.], sur lequel les rayons paralleles & peu distans S A B, E D, G H, O A, P K viennent tomber, & dont le rayon A B passe par le centre A du miroir; ces rayons réfléchis concourront au point C, qui tient le milieu entre le centre A du miroir & sa surface K H.

Car le rayon A B, tombant perpendiculairement sur le point B, se réfléchit par la même ligne selon laquelle il est tombé: soit donc menée du centre A du miroir la *cathete* A D, l'angle E D A sera l'angle d'incidence du rayon E D, auquel l'angle de réflexion C D A doit être égal: or comme K H est un petit arc, on aura CB = C D = C A; & conséquemment A C D sera un triangle isocele: & comme l'angle C A D = E D A, on aura C D A = E D A; donc le point C sera le foyer, ou l'endroit où les rayons se rassembleront.

Mais si le rayon G H [*Tab.* 50. *fig.* 2.] est plus éloigné de l'axe A B, ayant mené la *cathete* A H, on aura C H beaucoup plus grand que C B; par conséquent C H A sera plus petit que l'angle C A H ou G H A; par conséquent le rayon incident G H ne sera pas réfléchi selon H C, mais sous un plus grand angle A H R = G H A: par conséquent la droite H R coupera le rayon A B entre les points C & B. Pareillement le rayon P K, réfléchi sous l'angle A K V, = A K P, se réfléchira en V; par conséquent ces sortes de rayons G H, P K, qui sont plus éloignés de l'axe A B, formeront un petit cercle R C V sur un plan qui seroit perpendiculaire à l'axe A B en C. C'est ce petit cercle qu'on nomme le foyer.

§. MMVIII. Les rayons du soleil O A D, S A B [*Tab.* 50. *fig.* 3.], qui tombent sur le miroir, ne sont point paralleles; parcequ'ils viennent de tous les différens points du disque de cet astre, & ceux qui viennent des points opposés de la périphérie du soleil, pour se réunir sur le même point du

miroir, forment entr'eux un angle de 32 m.; par conféquent ces rayons, tombant fur le miroir BD fous un plus petit angle, il faut qu'ils fe réfléchiffent auffi fous un plus petit angle, & qu'ils forment un foyer plus élevé a d, dont nous avons expofé les effets ardens (§. 1628). Ces rayons ayant un foyer plus ample, en produifent des effets beaucoup moindres que ceux qu'ils produiroient s'ils étoient plus concentrés, ou qu'ils concouruffent en un même point.

§. MMIX. Nous pouvons maintenant expofer & démontrer les obfervations qu'il faut faire par rapport aux miroirs brûlans. Soient donc deux miroirs de cette efpece AB, IK [*Tab.* 50. *fig.* 4. 5.] de différens diametres, mais de même foyer; c'eft-à-dire, faifant portion d'une même fphere. Le petit cercle GXH repréfente le foyer des rayons qui tombent fur le plus grand de ces deux miroirs, & le petit cercle PQ repréfente le foyer de ceux qui tombent fur le petit miroir IK: ces deux petits cercles deffinent l'image du foleil. Concevons maintenant des lignes droites RH, SQ tirées des points R & S de ces miroirs à ces petits cercles: ces droites tournant fur elles-mêmes, formeront des cônes femblables GRH, PSQ; par conféquent les bafes GH & PQ feront entr'elles comme les quarrés des diftances RH, SQ, qui font elles-mêmes entr'elles comme les furfaces de ces miroirs.

Lorfque le diametre du miroir eft petit, & qu'il n'excede pas fix degrés, l'image du foleil en PQ [*Tab.* 50. *fig.* 3. 4.] eft diftincte; parce que tous les rayons réfléchis par le miroir, concourent à former cette image, & alors le diametre a d du petit cercle qui forme le foyer, eft plus petit que la centieme partie de la diftance a A. Si on prend un plus grand miroir BA, le foyer GH devient à la vérité plus grand; mais auffi le petit cercle ou l'image du foleil eft moins exacte: d'où il fuit que la force d'un miroir, pour brûler, ne fuit pas la raifon de fa grandeur: & c'eft pour cela qu'il eft inutile d'augmenter les dimenfions d'un miroir, & de le conftruire de façon que fon diametre ait plus de 25 degrés.

§. MMX. Soient deux miroirs brûlans de même grandeur, mais de différens foyers; la denfité des rayons réfléchis fera d'autant plus grande, que le foyer fera plus petit: elle fera donc en raifon inverfe des petits cercles, c'eft-à-dire, en raifon inverfe du quarré des diftances aux miroirs; par conféquent les forces brûlantes de deux miroirs quelconques, font en raifon compofée de la directe des furfaces de ces miroirs & de l'inverfe des quarrés des diftances comprifes entre les foyers & les miroirs.

§. MMXI. Si on place un point radieux, une lumiere au point C [*Tab.* 50. *fig.* 1.], qui tient le milieu entre le centre A d'un miroir, & fur la furface SB, les rayons lumineux qui tomberont fur la furface de ce miroir feront réfléchis par les lignes paralleles DE, HG, par rapport à l'égalité des angles d'incidence & de réflexion; & conféquemment l'image lumineufe fera portée à une diftance infinie: ce qui rend ces fortes de miroirs d'un très grand ufage pour porter au loin la lumiere des lanternes, & pour éclairer de très longs portiques.

C'eft auffi pour cette raifon que fi on oppofe l'un à l'autre deux miroirs fphériques concaves, de maniere qu'ils foient paralleles entr'eux, & que leurs

leurs centres soient dans la même ligne perpendiculaire ; alors, quoique ces miroirs soient à 20 pieds de distance l'un de l'autre, si on établit en C un charbon ardent, les rayons ignés qui en partiront, & qui tomberont sur la surface du miroir H K, seront réfléchis selon des lignes paralleles, & se porteront sur la surface du second miroir, qui les rassemblera à son foyer, où on pourra enflammer de la poudre à canon.

§. MMXII. Si on place un corps lumineux au centre A [*T.* 50. *F.* 1.] du miroir K H, tous les rayons qui en partiront tomberont perpendiculairement sur la surface du miroir, & seront réfléchis au même centre A, où ils dessineront l'image du corps lumineux ; par conséquent si un Observateur place son œil en A, il recevra tous les rayons qui seront partis de chaque point de l'objet : d'où il suit que chacun de ses points devra paroître aussi grand que la surface entiere du miroir, & par conséquent d'une maniere confuse ; de sorte qu'il ne pourra rien distinguer au point A.

§. MMXIII. Si l'objet lumineux est placé dans un endroit intermédiaire C [*Tab.* 50. *fig.* 6.] entre le centre A & I, l'image de l'objet C sera tracée dans un point intermédiaire de l'axe entre une distance infinie & le centre A, ainsi qu'on la voit en E dans la figure indiquée ; car, suivant le §. 2011, si l'objet radieux est placé en I, l'image se porte à une distance infinie par le §. 2012. Si l'objet est en A, son image se peint en A ; par conséquent si l'objet est placé entre A & I, il faut de toute nécessité que l'image soit dans un endroit intermédiaire entre le centre A & une distance infinie. De-là si on place une lumiere en C, & l'œil en E, la flamme paroîtra occuper toute la surface du miroir ; de même que l'œil placé dans le centre A voyoit une image de même grandeur que le miroir : si la lumiere est en E, & que l'œil de l'Observateur soit en C, la flamme paroîtra encore de la même étendue que la surface du miroir.

§. MMXIV. Si on place le point radieux E au-delà du centre A du miroir, & que les rayons divergens E R, E D, tombent proche les uns des autres sur la surface du miroir, le point de concours des rayons réfléchis sera en C, dont la distance C B au miroir est à C A distance au centre, comme B E, distance de l'objet au miroir, est à E A, distance de l'objet au centre.

Comme B D est un petit arc, on aura E B = E D, & C B = C D, & parcequ'on suppose que C B : C A : : B E : E A, on aura C D : C A : : E D : E A ; ou C D : E D : : C A : E A ; par conséquent l'angle C D A sera = E D A ; or E D A est l'angle d'incidence : donc l'angle C D A sera l'angle de réflexion.

§. MMXV. Puisque B E : E A : : C B : C A, on aura *componendo* B E + E A : E A : : C B + C A : C A, & *permutando*, B E + E A : A B : : E A : C A ; & en prenant les moitiés de la premiere raison (en supposant que I est le foyer des rayons paralleles), on aura E I : B I : : E A : A C. Cette regle est la même que celle que nous avons donnée précédemment, & conséquemment elle est universelle pour les miroirs sphériques. Le point C sera donc le foyer des rayons qui émanent du point E, & l'œil étant placé à ce foyer C, verra l'objet de la même maniere qu'il le voyoit (§. 2012).

§. MMXVII. Soit l'objet E M [*Tab.* 50. *fig.* 8.], des extrêmités E & M duquel partent les rayons E A B, M A D, qui passent par le centre A du miroir

pour tomber perpendiculairement sur la surface du miroir BD; ces rayons seront réfléchis selon les mêmes lignes qu'ils auront tracées dans leur incidence; mais le rayon ED sera réfléchi selon la ligne DC : pareillement le rayon MB sera réfléchi selon la ligne BG ; ces deux derniers rayons couperont donc les deux premiers aux points C & I, où se peindra l'image de l'objet EM. Cette image sera donc tracée en CI, mais dans une situation renversée.

§ MMXVII. Pareillement si l'objet est placé en CI, son image se peindra renversée en EM : or comme les triangles IAC, EAM sont semblables, l'image IC sera à l'objet EM, comme AC est à AE; c'est-à-dire, que les grandeurs de l'image & de l'objet sont entr'elles, comme leur distance au centre du miroir.

§. MMXVIII. Plus l'image est proche du centre du miroir, & plus elle est petite : & au contraire,

§. MMXIX. Plus le miroir fait portion d'une plus petite sphere, & plus l'image de l'objet est petite.

§. MMXX. Si on place l'objet E entre la quatrieme partie du diametre de la sphere, dont il fait portion, la distance CB [*Tab.* 50. *fig.* 7.] du foyer imaginaire au miroir, sera à CA, distance de ce foyer au centre du miroir, comme BE, distance de l'objet au miroir, est à EA, distance de l'objet au centre du miroir.

En effet, que le rayon ED tombe sur le miroir, qu'on tire la *cathete* AD & ER parallele à CDN, comme BD est un petit arc, on aura $EB = ED$, & $CB = CD$.

Dans les deux triangles semblables AER, ACD, on a $AE : ER :: AC : CD$; mais nous avons supposé que $AE : EB :: AC : CB$. Comme $CB = CD$, on aura $AE : EB :: AE : ER$. Donc $EB = ER = ED$; donc le triangle ERD est isocele : mais l'angle $ERD = ADN$; donc ERD, angle d'incidence $= ADN$, angle de réflexion, & le point C est le foyer imaginaire.

§. MMXXI. Puisque $CB : CA :: BE : BA$, on aura *componendo* $CB + CA : CA :: BE + EA : EA$; & *permutando*, $CB + CA : BE + EA :: CA : EA$. En prenant la moitié de la premiere raison, & en supposant que le foyer des rayons paralleles soit en I, on aura $CI : IA :: CA : EA$.

§. MMXXII. On trouvera de cette maniere l'endroit où doit être le foyer imaginaire C. Nous avons supposé que $CI : IA :: CA : EA$; par conséquent *convertendo* & *permutando*, on aura $EA : IA :: CA : CI$; *dividendo*, on aura $EA - IA : IA :: CA - CI : CI$; c'est-à-dire, $EI : IA :: IA : CI$. On peut encore le trouver de cette façon. Supposons que CB soit $= x$, $BA = r$, $BE = a$, $EA = r - a$, on aura $x : r + x :: a : r - a$; & conséquemment $rx - ax = ar + ax$; par conséquent $rx - 2ax = ar$, & $x = \frac{ar}{r - 2a}$ ou $r - 2a : r :: a : x$.

§. MMXXIII. Si on place l'objet EF [*Tab.* 50. *fig.* 9.] à la distance du miroir AN, indiquée (§. 2021), & que l'œil de l'Observateur soit à la même distance, ou à une plus petite, ou à une plus grande, cela n'empêchera pas qu'il ne voie l'objet EF, dans l'endroit que nous avons déterminé, c'est-à-

dire, en I L, derriere le miroir, où il paroîtra dans une situation droite & amplifié; car si du centre C du miroir A N, on mene les droites C F L, C E I, qui passent par les extrêmités E & F de l'objet, & qui se terminent à l'endroit que nous avons déja déterminé derriere le miroir, on verra cette même image I L par le moyen des rayons E B D, E G H, F M D, F N H.

§. MMXXIV. Le but que nous nous proposons dans cet Ouvrage ne nous permet pas de rapporter ici, & de démontrer tous les phénomenes que cette espece de miroir présente à nos recherches: on pourra consulter là-dessus le célebre *s'Gravesande* (1), qui les a développés d'une maniere fort étendue. Ces miroirs étoient connus des Anciens, ainsi qu'on peut s'en convaincre en consultant *Séneque* (2), *Pline* (3). Nous en faisons encore de métal & de verre en couvrant la surface postérieure du verre avec une feuille d'étain & du mercure: la surface antérieure de ces derniers a plus d'activité pour réfléchir les rayons, & est moins exposée à se gâter par le contact de l'air; mais la figure sphérique est plus exacte dans ceux qui sont faits avec du métal.

§. MMXXV. On a encore imaginé d'autres especes de miroirs, qui servent à difformer les objets réguliers qu'on leur présente: il faut ranger dans cette classe les miroirs cilindriques convexes & concaves, dont je vais expliquer en peu de mots la construction. On peut concevoir un miroir cilindrique convexe comme un assemblage de portions de circonférences de cercles égaux, posés directement les uns sur les autres, en sorte qu'une ligne droite, savoir l'axe, pourroit joindre ensemble tous les centres. Si on conçoit alors dans cette espece de miroir une section par l'axe, elle ne différera pas de la section qui passe par une sphere; c'est pourquoi il y aura ici plusieurs phénomenes qui devront s'accorder avec ce que nous avons dit des miroirs sphériques convexes: en effet, les objets seront tracés derriere le miroir, droits & plus petits. Mais si l'on conçoit encore une autre section de ce miroir, parallele à son axe, cette section sera une ligne droite telle que celle d'un miroir plan. En conséquence de cette section, on doit voir les objets de la même maniere que s'ils étoient placés devant un miroir plan. L'image qu'ils représenteront sera donc composée & de celle qui doit rendre un miroir sphérique, & de celle que fait observer un miroir plan. Or la combinaison de ces deux images en forme une tout-à-fait difforme, & quiconque se regarderoit dans un tel miroir, ne pourroit point reconnoître les traits de son visage.

§. MMXXVI. Si on est alors curieux de voir des images régulieres tracées dans ce miroir, il n'y a qu'à lui présenter des figures qui soient entierement irrégulieres, & qu'on peut tracer suivant les regles infaillibles des Mathématiques.

§. MMXXVII. On peut aussi considérer les miroirs cilindriques concaves, comme un assemblage de plusieurs cercles égaux, dont l'axe est parallele ou perpendiculaire à l'horison. Si le cilindre concave est coupé par une section qui passe par l'axe, la surface interne concave du cilindre, sera com-

(1) Philos. Elem. Lib. 5. cap. 16. (2) Quæst. Natur. Lib. 1. cap. 16. (3) Hist. Nat. Lib. 33. cap. 20. §. 45.

posée de plusieurs demi cercles ; & si la section se fait d'une autre maniere, elle formera une ligne droite, de même que dans un miroir plan ; d'où il suit qu'un miroir de cette espece doit faire voir des images composées de celles qu'on voit dans un miroir sphérique concave, & de celles qu'on voit dans un miroir plan. Si l'axe d'un de ces miroirs est parallele à l'horison, & que quelqu'un se regarde dedans, ayant soin de se placer de façon que son visage soit à la distance du foyer de ce miroir, ou à une plus petite distance, l'image tracée dans ce miroir, paroîtra oblongue, difforme, amplifiée, droite & au-delà du miroir, c'est-à-dire, que le visage paroîtra augmenté sous l'une de ses dimensions & non sous l'autre. Si cette personne s'éloigne ensuite, de façon que son œil soit dans l'axe de ce miroir, les objets qu'elle verra seront confus, & l'image de son œil paroîtra en dessus & en-dessous de la grandeur du miroir, tandis que les autres dimensions du même œil ne paroîtront point changées. Si cette personne s'éloigne encore davantage de ce miroir, elle se verra dans une situation renversée, son image deviendra oblongue, & comme suspendue en l'air, de même que dans les §. 2016, 2017.

Si on dispose après cela le miroir cilindrique, de maniere que son axe soit perpendiculaire à l'horison, & qu'on se regarde dedans, en plaçant son visage entre l'axe & le miroir, l'image tracée dans ce miroir paroîtra amplifiée de part & d'autre ; mais non en-dessus & en-dessous, comme précédemment. Cette image sera donc tout-à fait difforme. Si on place son visage dans l'axe du miroir, on verra son œil aussi large que le miroir : si on s'éloigne à une plus grande distance du miroir ; l'image qu'on observera paroîtra amplifiée.

§. MMXXVIII. On peut aussi peindre des images difformes, qui deviennent très régulieres lorsqu'on les regarde dans ces sortes de miroirs.

§. MMXXIX. Soit un miroir construit en forme d'une pyramide quadrangulaire, composé de quatre côtés plans, qui se réunissent & se terminent en pointe : le triangle ABC [*Tab.* 50. *fig.* 12.], représente une des faces de ce miroir. L'objet qu'on veut voir dans ces sortes de miroirs doit entourer la base, dont un côté doit être dans le même plan CDEFG ; de l'extrêmité G de l'objet, partent des rayons qui tombent sur tout le côté CB ; le rayon GB étant réfléchi, parvient dans l'œil O, & paroît venir du point n, derriere le miroir, où son image paroît placée au milieu du miroir : pareillement, supposons que le point F envoie le rayon FV ; ce rayon parvenant à l'œil, après sa réflexion, paroît provenir du point m ; le rayon ES paroît partir du point k ; le rayon DP, du point i ; de sorte que l'image CDEFG paroît rassemblée en n m k i C, & que les parties extérieures de l'image paroissent en-dedans, & les intérieures en dehors.

§. MMXXX. Si on fait le quarré X [*Tab.* 2. *fig.* 10 & 11.] égale à la base du miroir, & qu'on éleve sur chaque côté du quarré, un triangle égal à chaque face triangulaire du miroir, tels que A, B, L, C, le carton sur lequel on dessinera les objets qu'on voudra faire représenter dans ce miroir, doit être entouré d'un quarré, qu'on divisera en quatre triangles égaux, à l'aide des deux diagonales : on dessinera alors, dans chacun de ces triangles, les objets qu'on voudra voir dans le miroir, ayant soin de disposer leurs

parties dans une ſituation renverſée. Si on place alors le miroir ſur le quarré X, & qu'on poſe l'œil à une certaine diſtance au deſſus du ſommet de la pyramide, les parties ſéparées dans les quatre triangles, paroîtront ſe raſſembler & former une ſeule & même figure continue. L'œil ne voit jamais rien de ce qui ſe trouve deſſiné dans les intervalles des quatre triangles, c'eſt-à-dire, entre A & B, ou entre B & L, entre L & C, enfin entre C & A; on peut par ce moyen déguiſer aiſément les figures qui ſont peintes dans les triangles A, B, L, C, & faire enſorte qu'on ne puiſſe les diſtinguer qu'à l'aide du miroir (1).

§. MMXXXI. Comme une pyramide eſt un cône de pluſieurs côtés, & qu'on fait des miroirs coniques, il eſt bon de faire obſerver que ces ſortes de miroirs, placés ſur un plan deſſiné, réfléchiſſent les rayons qui en viennent au-deſſus du ſommet du cône, ainſi qu'on l'a repréſenté [*Tab.* 50. *fig.* 13.]. Pluſieurs Auteurs nous ont appris de quelle maniere il falloit s'y prendre pour tracer des figures difformes, propres à former des tableaux fort curieux & très bien ordonnés, en les regardant par le moyen de ces ſortes de miroirs (2).

§. MMXXXII. Les images que repréſente un miroir fait en forme de priſme ABCDE [*Tab.* 50. *fig.* 14.], nous offrent un ſpectacle qui n'eſt pas moins agréable que les précédens. On place la baſe ABCDE de ces ſortes de miroir, ſur le tableau, dont les parties ſont deſſinées & peintes ſur les parties du plan SABR, MBCL, NCDO, PDEQ; de ſorte que le tableau paroît diviſé en pluſieurs parties, qui ſe réuniſſent pour ne former qu'un même tout, lorſqu'on le conſidere à l'aide du miroir. On peut conſulter différens Auteurs qui nous ont appris la maniere de tracer ces tableaux (3).

§. MMXXXIII. On peut, à l'aide de ce que nous avons dit juſqu'à préſent, connoître aiſément la méchanique des différentes machines de *dioptrique* & de *catoptrique*. On doit ranger parmi ces ſortes de machines, les *chambres obſcures portatives*, auxquelles on donne différentes formes. Voici la deſcription d'une des plus petites. On prend une boîte quarrée, à l'un des côtés de laquelle on ajuſte un tuyau conoïde, auquel on adapte une lentille CD [*Tab.* 50. *fig.* 16.], qui reçoit les rayons qui partent d'un objet AB, les raſſemble en EG, où l'image de cet objet ſe peint, mais dans une ſituation renverſée: ſi on place en EG, une glace griſe, c'eſt à dire, doucie ſeulement d'un côté, & conſéquemment peu tranſparente, l'œil placé en S verra l'image de l'objet, peinte ſur cette glace, mais encore renverſée.

Si on aime mieux voir cet objet dans ſa ſituation naturelle, il ne s'agit que de placer dans la boîte un miroir plan HK, incliné à 45 degrés; ce miroir réfléchira les rayons, de façon que l'objet viendra ſe peindre en NM, ſur une glace doucie qui y ſera établie, & l'œil placé perpendiculairement au-deſſus de cette glace, verra l'objet dans ſa ſituation naturelle.

§. MMXXXIV. *s'Graveſande*, & pluſieurs autres, nous ont donné la deſ-

(1) Perſpect. Prati. Part. 3. Trait. 6. Prat. 21.
(2) Perſpect. Prat. Part. 3. Trait. 6. Prat. 24.
(3) Ibid. Prat. 17.

cription d'une chambre obſcure portative, mais plus grande & d'une autre forme.

§. MMXXXV. Je paſſe maintenant à la conſtruction du téleſcope oblique, nommé *zelotype;* il eſt compoſé d'une boîte creuſe MBDF [*Tab.* 50. *fig.* 15.], ouverte à ſon côté MCD, afin de donner entrée aux rayons qui partent des objets extérieurs: dans cette boîte eſt placé, ſous un angle de 45 degrés EDF, un miroir plan DE; la partie ſupérieure MB de cette boîte eſt ouverte, pour recevoir un petit téleſcope Hollandois & ordinaire AMB, au-deſſus duquel l'obſervateur place l'œil, pour voir de haut en bas les objets expoſés latéralement à cet inſtrument. On ſe ſert quelquefois de la boîte MBDF, ſans y ajouter de téleſcope; mais on couvre alors l'ouverture MB d'une glace plane & doucie; alors l'obſervateur regardant de haut en bas, au-deſſus de cette glace, croit voir au-deſſous de lui les objets qui ſont à l'un de ſes côtés.

§. MMXXXVI. La *lanterne mégalographique*, qu'on connoît ſous le nom ordinaire de *lanterne magique*, nous offre encore un phénomene fort amuſant. Cette lanterne fut imaginée & décrite par *Kirker* (1), & perfectionnée enſuite par d'autres. En voici la deſcription: CC [*Tab.* 51. *fig.* 1.] eſt la flamme d'une lampe ou d'une chandelle, derriere laquelle on établit un miroir ſphérique concave AB, afin que les rayons CA, CB, que la flamme lui envoie, ſoient réfléchis & concourent en quelque façon, & qu'une tablette de verre peint EE, puiſſe être très éclairée par toute la lumiere de la lampe ou de la chandelle, & qu'elle puiſſe être également pénétrée de lumiere. On place derriere cette tablette une grande lentille convexe DD, qui réfracte la lumiere, & qui la rend convergente: cette lumiere, après avoir paſſé à travers la tablette, tombe ſur une autre lentille GG, qui rend convergens les rayons EM, Es, qui partent d'un même point, & qui ſont divergens. Enfin, pour donner plus de convergence à ces rayons, on les fait encore paſſer à travers une troiſieme lentille HH; ces rayons, ainſi réfractés, vont peindre ſur un mur blanc qui leur eſt oppoſé, l'image KL de l'objet deſſiné & peint ſur la tablette de verre EE. Cette image devient d'autant plus grande, que la lanterne eſt plus éloignée du mur.

§. MMXXXVII. *Kirker* employa autrefois fort avantageuſement la lumiere du ſoleil, à la place de celle d'une chandelle C; & lorſqu'on fait cette expérience en ſe ſervant de la lumiere du ſoleil, on peut ſupprimer la lentille DD. Mais, pour que l'image peinte ſur la tablette ſoit également éclairée dans toute ſon étendue, on met à la place de la lentille DD, un papier imbibé d'huile de térébenthine; on reçoit la lumiere du ſoleil ſur un miroir plan, & on la dirige ſur ce papier, & l'image qui ſe repréſente alors ſur le mur, paroît ſi bien tracée & ſi gracieuſement repréſentée, qu'on ne peut plus la voir, avec plaiſir, lorſqu'elle s'y peint par le moyen de la lumiere d'une chandelle ou d'une lampe.

§. MMXXXVIII. J'ai parlé ſupérieurement des téleſcopes catadioptriques, qu'on diſtingue en deux eſpeces: l'un de ces téleſcopes eſt connu ſous

(1) In Arte magn. lucis & umbræ, ann. 1644. Lib. 10. Part. 3.

le nom de *télescope Newtonien*, & l'autre est appellé *Grégorien*. Ce fut vers l'année 1668 que Newton imagina son télescope, & qu'il nous en donna la description. M *Huygens* fit un éloge très pompeux de cet instrument (1), en élevant ses prérogatives beaucoup au dessus des télescopes dioptriques; parceque, suivant lui, un miroir rassemble beaucoup mieux dans un point les rayons divergens, qui partent des objets, que les lentilles de verre, par les réfractions qu'elles occasionnent : il le préfere encore, parceque les lentilles des télescopes catoptriques font perdre beaucoup plus de rayons, soit par les réflexions qu'elles occasionnent, soit par l'attraction qu'elles exercent contre ces rayons, qu'il ne s'en perd lorsqu'ils sont réfléchis par un miroir, & que d'ailleurs on ne peut point trouver aisément de verre homogene & bien transparent; tandis qu'on trouve aisément un métal blanc, propre à faire des miroirs. Mais comme on observe latéralement les objets dans le télescope Newtonien, & que cette façon d'observer occasionne plus de difficultés pour les trouver, *Huygens* fut le premier qui imagina d'adapter sur le télescope catadioptrique, un autre petit télescope XZ [*T.* 51 *fig.* 3.], qui servit à diriger le premier ; méthode qu'on a suivie depuis ce tems. Cependant cette belle invention a été ensevelie pendant long-tems dans l'oubli, sur tout par la difficulté de trouver d'habiles ouvriers propres à la mettre en exécution; & ce ne fut qu'en 1719 que le célebre M. *Hadley* la fit valoir & la perfectionna, en substituant des miroirs de figures sphériques aux paraboliques & elliptiques, dont *Newton* vouloit qu'on fit usage ; *Hadley* nous rendit d'autant plus service en cela, qu'il étoit presque impossible de donner une figure exacte à ces sortes de miroirs : cette invention est certainement digne des plus grands éloges, puisqu'un télescope d'une très petite longueur, représente, sous de très grandes dimensions, les objets les plus éloignés, & qu'il les représente très clairement & très distinctement ; car un télescope d'un pied peut faire le même effet qu'un télescope dioptrique de 12 ou 14 pieds de longueur. Un télescope catadioptrique de 7 pieds de longueur, ne le cede qu'à peine à un télescope dioptrique de 100 pieds. Voici la description de cette espece de télescope Il est composé d'un grand tube ABCD [*Tab.* 51. *fig.* 2.], au fond duquel BC on établit solidement un miroir de métal sphérique concave GH ; les rayons CGFH, qui partent d'un objet éloigné PR, se coupent à un point quelconque, avant leur sortie du tube; ce qu'on n'a pas pu représenter dans cette figure : mais EG, eg, viennent de la partie supérieure de l'objet, & fh & FH viennent de sa partie inférieure. Ces rayons pénétrant dans le tube dont nous venons de parler, tombent sur le miroir GH, & sont réfléchis par la surface qui les rend convergens & disposés à concourir en mn, où ils forment dans l'air une image très distincte de l'objet : cet endroit se trouve dans un point qui tient le milieu entre le miroir & son centre. Mais comme l'observateur ne pourroit point voir cette image, ces rayons sont interceptés avant de former l'image, par un petit miroir plan de métal KK, disposé selon un angle de 45 degrés, qui les renvoie par une ouverture latérale LL, pour peindre cette image en qS, laquelle est à la vérité moins claire, parceque le miroir plan intercepte

(1) Journ. des Sav. ann. 1672, p. 26.

quelques-uns des rayons qui ſont tombés ſur le miroir concave GH : cette image néanmoins eſt encore très claire, parceque l'ouverture A D du tube eſt très grande, & que le miroir GH eſt d'un grand diametre. A l'un des côtés du tube on pratique, comme nous venons de le faire entendre, une ouverture L L, à laquelle on adapte une lentille convexe, dont le foyer aboutit en q S ; cette lentille réfracte les rayons réfléchis de chacun des points de l'image q S, afin qu'à leur ſortie ils deviennent paralleles, & que ceux qui viennent des extrêmités S & q, deviennent convergens, & forment un angle optique en O, où l'œil étant placé, conſidere l'image S q de la même même maniere que s'il la regardoit à travers la lentille d'un microſcope ; c'eſt pour cette raiſon que cette image paroît très amplifiée, renverſée, très claire & très diſtincte. On peut adapter, à cette ouverture L, des lentilles de différente convexité, dont l'office eſt de rapprocher ou d'éloigner l'image S q, & de faire paroître l'objet ſous de plus grandes ou ſous de plus petites dimenſions ; mais il faut pour cela que la ſurface du miroir G H ſoit parfaitement ſphérique.

Si au lieu de faire uſage ici d'une ſeule lentille, on empruntoit le ſecours de trois lentilles, diſpoſées de même que dans le téleſcope dioptrique, on verroit l'objet dans ſa véritable ſituation ; mais auſſi il ſe perdroit beaucoup de lumiere, par le paſſage des rayons à travers les trois verres, & on verroit l'image moins diſtinctement, puiſqu'on ne verroit qu'une ſeconde image, tandis que lorſqu'on ne fait uſage que d'une ſeule lentille, on voit la premiere image s q.

Un appareil fort commode pour diriger un téleſcope Newtonien ſur les objets qu'on veut obſerver, eſt celui que nous allons décrire [*T*. 51 *F*. 3.].

S M R eſt une table de bois établie ſur trois pieds Y Y Y, joints enſemble par la traverſe a b, afin de donner plus de ſtabilité à la machine ; ſur cette table eſt diſpoſée une planche T T, qui peut ſe mouvoir en rond ; & c'eſt pour cela qu'on a adapté à cette planche la queue N, qui traverſe la table, & qu'elle porte ſur le pivot v, ſur lequel elle peut ſe mouvoir : à la partie antérieure de la table, on remarque une corde tendue, à une petite diſtance de cette table ; cette corde enveloppe le cilindre S, qu'on fait tourner à l'aide d'un petit manche L : la planche étant ſuſpendue ſur la pointe N, on peut la faire tourner parallelement à la table, en tournant le manche L, ce qui la fait aller à droite ou à gauche. Cette planche T T eſt plus élevée en O ; ſur la partie ſupérieure de cette éminence, on creuſe de chaque côté une cavité E, dans leſquelle le téleſcope A B eſt reçu, au fond duquel eſt adapté le miroir ſphérique concave GH. L'ouverture qui ſe trouve à cet endroit, eſt fermée par le couvercle C. On remarque en d une petite lame de cuivre, munie d'un bouton ; le petit miroir plan eſt attaché & fixé ſur cette lame, par le moyen de deux vis f f : cette petite lame d porte un trou, dans la circonférence duquel on adapte le microſcope, à travers lequel l'œil conſidere les objets. La lame D mobile, peut ſe mouvoir en s'avançant ou en ſe reculant, par le moyen de la vis g ; ce qui ſert à approcher ou à éloigner le petit miroir du grand GH, afin que l'image de l'objet tombe au foyer de la lentille microſcopique ; mais lorſqu'il s'agit de diriger cet inſtrument de façon qu'on puiſſe obſerver des objets élevés, on adapte au-

deſſous

dessous de ce télescope, le crochet F, auquel on attache un fil qui passe sur la circonférence de la poulie Q, pour se porter en K, où se trouve un cilindre mobile, par le moyen d'une manivelle K. Les deux côtés du tube sont aussi munis de petits axes, qui passent dans les ouvertures faites en E, autour desquelles cet instrument se meut, lorsqu'il s'agit de le diriger par le moyen de la manivelle K, & qu'il faut le disposer de maniere qu'on puisse voir un objet élevé. Or comme il est fort difficile de découvrir un objet lorsqu'on l'observe ainsi par le côté, on adapte à ce télescope un petit télescope simple XZ, munis d'un micrometre, fait avec des fils qui se croisent, au moyen duquel on peut trouver aisément l'objet, qui est en même-tems trouvé par l'autre télescope, & qu'on peut voir sur-le-champ, par le moyen d'une lentille placée en d.

§. MMXXXIX. On peut aisément connoître, par la méthode suivante, combien est amplifié un objet qu'on regarde à travers ce télescope : or comme le miroir plan ne fait rien aux dimensions sous lesquelles on voit cet objet, supposons-le comme supprimé. Prenons pour axe du miroir & de la lentille un rayon GLIA [*Tab.* 51. *fig.* 4.] qui part d'un des points de l'objet : supposons un autre rayon bb, qui, partant de l'extrêmité inférieure de l'objet, passe par le foyer I du miroir KH ; ce rayon réfléchi se portera selon la droite bid, parallele à l'axe GLA ; ce rayon étant ainsi réfléchi, tombera sur la lentille dLd, & sera réfracté en G, de façon que GL sera = LI & dG = dI. Si cette lentille étoit supprimée, l'œil verroit cet objet sous l'angle Ibi = bIA ; mais en faisant usage du télescope, ce même objet est vu sous l'angle dGL = dIL = Idi : or l'angle Idi : Ibi : : bI : Id, par conséquent la grandeur que l'objet acquiert, étant vu par le moyen du télescope, est à celle qu'il auroit, si l'œil le considéroit à nud, comme la distance du foyer du miroir au miroir est à la distance du foyer de la lentille à la lentille.

Lorsque la lentille L fait portion d'une petite sphere, l'instrument n'a alors qu'un petit champ.

§. MMXL. *Jacques Gregori* a traité, avant *Newton*, des télescopes catadioptriques : on peut voir ce qu'il a écrit sur cela dans son livre intitulé *Optica promota*, imprimé en 1663. On trouve, à la fin de la proposition 59, un petit discours sur les trois especes de télescopes, savoir, les dioptriques, les catoptriques & les catadioptriques. En parlant de ces derniers, il dit : cette troisieme espece est excellente (*genus aureum*) ; elle n'a aucun défaut, & elle peut avoir tous les avantages des deux autres especes, si on dispose comme il convient les miroirs & les lentilles. Cet habile homme avoue néanmoins qu'il a tenté, mais toujours sans succès, de faire de ces télescopes ; ce qui n'a cependant pas empêché le célebre *Hadley* de les perfectionner en 1726, en y faisant seulement quelque changement ; mais ils ont été ensuite perfectionnés de plus en plus, par différens Artistes, ainsi qu'il a coutume d'arriver par rapport à toute sorte de machine. En voici la description.

TYYT [*Tab.* 52. *fig.* 1.] est un canal de cuivre, dans lequel est fixé un grand miroir de métal sphérique concave, percé à son centre d'un grand trou X ; antérieurement, en EF, est un petit miroir de métal sphérique

concave, attaché à une tige mobile R T, afin qu'on puisse faire avancer ce miroir de L l d D, ou qu'on puisse l'en éloigner. Supposons que A B soit un objet fort éloigné de la partie supérieure A, duquel partent les rayons c d, C D, ainsi que les rayons I L, i l, de sa partie inférieure: ces rayons i L, C D, avant de pénétrer dans le canal T Y Y T, se croisent; ce qu'on n'a pas pu exprimer dans une petite figure, mais ce qu'on pourra cependant sentir aisément par l'obliquité qu'on lui a donnée: or les rayons I L, C D, tombant sur le miroir L D, sont renvoyés à son foyer K H, où ils peignent l'image A B de l'objet dans une situation renversée, ainsi que dans le télescope Newtonien: ces rayons, partant de cette image de la même maniere que de l'objet, viennent tomber sur le petit miroir antérieur EF, dont le centre est en e: ces rayons réfléchis par ce petit miroir, viendroient se rassembler en Q Q, où ils peindroient de nouveau l'image de l'objet dans sa situation naturelle, & dont les dimensions seroient comprises dans l'étendue Q Q; mais comme l'œil, placé derriere cette image, ne la considere que par un très petit trou, il ne verroit qu'une très petite portion de cette image. On adapte donc dans la partie postérieure du canal M V U N, & auprès du trou du miroir X, une lentille M N, convexe d'un côté & plane de l'autre, qui réfracte les rayons réfléchis par le miroir E F, afin que ceux qui viennent d'un même point de l'objet se rassemblent & co-incident plus près, & forment une image plus petite en P V, qui ait encore la même situation que la précédente. L'œil du spectateur placé en O, regarde cette image à travers un menisque S S: or comme l'effet de ce menisque, est de rendre paralleles les rayons divergens qui partent de l'image P V, & d'amplifier en même-tems cette image, on préfere ce ménisque à toute autre espece de lentilles; parceque les rayons, ayant à passer à travers un limbe plus mince, passent moins obliquement, sont réfléchis en moindre quantité, & enfin parcequ'il est plus aisé de polir exactement une surface concave qu'une surface plane. On met un diaphragme à l'endroit P V, où l'image doit se peindre; ce diaphragme est suffisamment ouvert pour laisser à l'image l'étendue qu'elle doit avoir, & son usage est d'intercepter quelques rayons latéraux, qui se rassembleroient moins exactement en P V, & qui apporteroient quelque confusion à l'image: c'est pour cette même raison qu'on ne fait qu'un petit trou en O, pour placer l'œil. Lorsqu'on veut observer, avec cet instrument, des objets qui sont proches de nous, il faut éloigner davantage le petit miroir E F du grand L D, afin que l'image de ces objets se trace en P V; & il faut plus ou moins éloigner le petit miroir, suivant la constitution de l'œil de l'Observateur. Pour donner à ce télescope la perfection qu'il requere; il faut faire ensorte que le centre du trou X, ainsi que celui des lentilles & du petit trou O, soient rangés dans une seule & même ligne, qui est l'axe du télescope.

Comme le trou X fait au miroir L L ne réfléchit aucun des rayons qui viennent de l'objet, on observe une espece de tache ou d'obscurité au milieu de l'image dont les côtés sont toujours mieux éclairés. Outre cela, le petit miroir E F intercepte encore une certaine quantité de rayons qui partent de l'objet pour se porter sur le grand miroir: c'est pour cela que si on ne donnoit point à l'ouverture T T de grandes dimensions, on verroit encore plus obscurément les objets.

§. MMXLI. On peut déterminer de la maniere suivante de combien les dimensions d'un objet sont augmentées par cette espece de télescope. F F [*Tab.* 52. *fig.* 2.] représente le petit miroir antérieur, I le foyer des rayons paralleles, G le foyer du grand miroir L D, A l'ouverture de ce miroir. La droite D I G A O K désigne l'axe des deux miroirs & des lentilles M N, S S. Supposons donc maintenant qu'un rayon b b parte de l'extrêmité inférieure d'un objet fort éloigné, & que ce rayon passe par le foyer G, il ira tomber sur le point b du miroir L D qui le réfléchira selon la direction b F, parallele à l'axe D A K; ce rayon tombant sur le petit miroir au point F, sera réfléchi par ce miroir, & il passera par le foyer I en suivant la direction F I N, de sorte qu'il viendra tomber sur le point N de la lentille M N : en traversant cette lentille il se réfractera; & il parviendroit en K, s'il ne rencontroit pas sur son passage le ménisque S S, qui le réfracte une seconde fois, & qui le reporte en O dans l'axe; ce qui fait que l'œil, placé à ce point O, découvre alors la moitié de l'objet sous l'angle T O S. Si l'œil eût considéré cet objet sans le secours d'un télescope, il l'eût vu sous l'angle optique b b F, ou A G b; il s'agit donc de trouver le rapport entre l'angle T O S & l'angle A G b ou G b F.

Or l'angle G b F est à l'angle S O T
Dans le rapport de G b F à I F i = n I N,
Et n I N à N K n,
Et N K n à S O T;
Mais G b F : I F i : : D I : G A.
n I N : n K N : : n K : I n,
N K n : S O T : : T O : T K.

Par conséquent G b F : S O T : : D I × n K × T O : G A × I n × T K.

§. MMXLII. Les Artistes qui construisent ces sortes de télescopes leur donnent différentes longueurs. Le célebre *Jacques Short* est déja parvenu à en faire de 12 pieds de longueur, qui sont d'un grand avantage pour les observations astronomiques, & qu'on dirige de différentes manieres, à l'aide de plusieurs poulies, vers les objets qu'on veut examiner. J'ai fait représenter [*Tab.* 52 *fig.* 3.] un excellent pied propre à ces sortes de télescopes; on adapte aussi à ces sortes de télescopes des lunettes de mire, pour trouver plus aisément, & examiner avec plus de facilité les étoiles & les planetes.

§. MMXLIII. De cette maniere, nous n'avons fait qu'exposer les premiers fondemens de l'Optique : ceux qui seront curieux de voir cette matiere traitée d'une maniere plus sublime, pourront consulter l'excellent Ouvrage de *Kirker* sur l'ombre & la lumiere, ou d'autres célebres Mathématiciens, tels que *Dechâles*, dans son Ouvrage sur le Monde Mathématique, les Leçons d'Optique de *Barrouw*; les Ouvrages posthumes d'*Huygens*;

Jacques Gregori, dans son Ouvrage intitulé : *Optica promota; David Gregori*, dans ses élémens de Dioptrique & de Catoptrique ; *Molineux*, dans sa nouvelle Dioptrique ; *Isaac Newton*, dans ses Leçons d'Optique, & dans son Optique ; *Carré*, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, année 1710 ; *s'Gravesande*, dans ses Elémens de Physique ; mais sur-tout le célebre *Smith*, dans son Ouvrage intitulé : *Compleat System of Optiks*, qui l'a emporté sur tous les autres, en traitant cette matiere amplement & à la portée de tout le monde.

CHAPITRE XXXIX.

De l'Air.

§. MMXLIV. L'AIR forme une espece d'enveloppe à notre globe, autant qu'on peut en juger par les connoissances que nous avons aquises jusqu'à présent : on peut en regarder comme un fluide invisible, qu'on ne peut toucher, sans odeur & sans saveur, transparent, pesant, élastique, sonore, électrique.

Les Anciens le connoissoient sous le nom d'esprit; parceque non-seulement les hommes, mais même les animaux qui font partie de notre globe, l'inspirent & l'expirent : c'est la ténuité & la transparence de ses parties qui le rendent invisible : c'est la même cause qui dérobe à notre vue les exhalaisons & les autres corps étrangers qui surnagent dans l'air; ce qui fait que nous respirons sans crainte, & sans une espece d'horreur, un air impur, & que nous ne passons point inutilement la plus grande partie de notre vie à le purifier : c'est en vertu de cette transparence qu'il livre passage aux rayons de la lumiere, & que nous pouvons distinguer les objets qui nous environnent.

§. MMXLV. Il est démontré que ce fluide est présent par-tout, & qu'il enveloppe la terre de toutes parts; puisque par-tout où l'homme se trouve, il y conserve sa facilité d'inspirer & d'expirer. Cette preuve a toute la force qu'elle peut avoir; puisqu'on a voyagé dans toutes les contrées de la terre, & qu'on a même été jusques fort près du pôle septentrional : nous avons vu de nos jours un vaisseau Portugais pénétrer entre l'Asie & l'Amérique auprès des confins de la Russie, parcourir le milieu de la mer Glaciale, sortir auprès de l'Isle Spitsberga, & revenir en Portugal. Par-tout on observe des nuées suspendues dans l'air, & des oiseaux voler & s'élever au dessus de la surface de la terre. On a remarqué que la mer, qui d'elle même seroit fort tranquille, & sans aucune vague, est souvent agitée par les vents; c'est-à dire, par l'air en mouvement, qui a assez de force pour résister aux corps qui se meuvent dans son sein, pour retarder le mouvement qu'on leur imprime, & agir contre eux en vertu des propriétés qui lui sont communes avec les fluides : ce fluide, s'étendant de toutes parts autour de notre globe,

ne cesse de se mouvoir & de s'étendre jusqu'à ce qu'il soit en équilibre de tous côtés. Tels sont les effets que l'air produit; parceque c'est un véritable corps semblable aux autres corps que nous connoissons: & comme la solidité est un attribut qui caractérise les corps, la résistance que l'air fait éprouver, démontre sur-tout qu'il est matériel. On peut démontrer sa résistance par l'expérience suivante. Prenez un vase de verre fermé par l'une de ses extrêmité, & ouvert à l'extrêmité opposée, plongez-le par cette derniere extrêmité dans une masse d'eau, & vous observerez que l'eau s'élevera beaucoup moins haut dans l'intérieur du vase qu'à son extérieur, eu égard à la résistance de l'air compris dans sa capacité. On a encore une preuve de la résistance de l'air lorsqu'on verse brusquement de l'eau par le goulot d'une bouteille; car alors l'air compris dans la bouteille s'oppose à ce que cette eau pénetre dans la capacité: il souleve sous la forme de bulles celle qui tend à y pénétrer, de sorte qu'il n'y en entre presque pas: on sent encore la résistance de l'air lorsqu'on agite fortement un éventail, & qu'on pousse vers le visage le vent qu'il produit; cette résistance se manifeste encore très sensiblement lorsqu'on veut tirer le piston d'une pompe qui est fermée exactement par en-bas.

§. MMXLVI. Toute la masse d'air qui environne la terre, avec les vapeurs & les exhalaisons qui y nagent, est appellée *atmosphere de la terre.*

§. MMXLVII. Cette atmosphere est composée d'air, de vapeurs, de différens sels; car on parvient à tirer un sel cubique de l'eau qu'on retire de l'atmosphere (1). On trouve encore dans l'atmosphere un sel acide, fin, pur, dont la nature est vitriolique, qui convertit en tartre vitriolé le sel de tartre qu'on expose au grand air, qui ronge les métaux & les rouille. L'atmosphere est encore chargée d'exhalaisons, c'est-à-dire, des particules très subtiles qui se détachent de tous les corps solides & liquides pris dans les trois regnes, qui se trouvent non seulement à la surface de la terre, mais encore qui sont renfermés dans ses entrailles: telles sont les exhalaisons que fournit le feu du soleil, des astres, des corps terrestres qui brûlent, ainsi que celui qui s'éleve des souterrains les plus profonds. On remarque encore dans l'atmosphere un fluide électrique; on y trouve des corpuscules qui convertissent les liqueurs en glace. On découvre encore la matiere magnétique universelle, & quantité d'autres corpuscules qui nous sont encore inconnus: or tous ces corpuscules que nous venons de désigner, different entr'eux en ténuité, en densité, en poids, en élasticité, en figure, en mobilité, & en quantité d'autres propriétés qu'on découvre successivement tous les jours par les recherches exactes qu'on fait sur cette matiere.

§. MMXLVIII. Plusieurs donnent indistinctement le nom d'*air* au composé dont nous venons de parler; mais ce nom ne doit-il pas être spécialement consacré à désigner un fluide particulier qui a une nature qui lui est propre, & qui est distingué des vapeurs, de la lumiere, de l'électricité & des autres exhalaisons auxquelles il est uni: ce nom ne convient-il pas plutôt à un fluide particulier, qu'on doit connoître par des caracteres qui lui sont propres, quoiqu'il soit imprégné de toutes les particules qui se détachent de

(1) Juncker Conspect. Chem. T. 1. p. 845. Modele de Borace, p. 29.

tous les corps ſublunaires ? Cette idée n'eſt point dépourvue de vraiſemblance; parceque 1°. l'air pur, renfermé dans des vaiſſeaux de métal ou de verre, y demeure conſtamment le même, ſans ſouffrir aucune altération ; mais il n'en eſt pas ainſi des vapeurs qui deviennent élaſtiques, lorſqu'on les échauffe, & qui perdent cette propriété avec la chaleur qu'on leur avoit communiquée, qui s'attachent alors aux parois des vaſes, coulent le long de ces parois, & ſe convertiſſent en liqueur ; de ſorte que les vaſes qui étoient auparavant remplis de cette vapeur élaſtique, ſont enſuite preſque vuides : lorſque l'air s'échappe à travers une maſſe d'eau, il forme des bulles qui s'élevent à ſa ſurface ; mais la vapeur bouillante qui ſort par le bec d'une éolipile, & qui imite l'air, ne ſe manifeſte point ſous la forme de bulles, lorſqu'on plonge dans l'eau le bec de cet inſtrument. Pareillement les exhalaiſons qui s'échappent des autres corps, ſe diſſipent & périſſent à la longue ; parceque leurs parties ſe rapprochent, ſe réuniſſent lorſqu'elles ont perdu leur reſſort, & elles ſe convertiſſent en un fluide plus denſe, ainſi qu'il eſt démontré par pluſieurs expériences faites par M. *Boyle* (1), avec l'air qu'on tire des raiſins, de la pâte de farine, des chairs, & de quantité de ſubſtances qui fermentent, qui ſe pourriſſent (2), ou qu'on fait brûler ; & ainſi qu'on peut auſſi s'en convaincre par pluſieurs expériences faites par M. *Hales* (3). Si les parties hétérogenes qui forment l'air factice, ne ſe condenſoient point & ne retomboient point ſur la ſurface de la terre, le volume de l'atmoſphere, ou ſes dimenſions augmenteroient continuellement, eu égard à la quantité de corps qu'on brûle, qui ſe pourriſſent, qui fermentent, & la ſurface de la terre auroit actuellement à ſupporter, de la part de l'atmoſphere, un poids plus conſidérable que celui qu'elle ſupportoit autrefois : ce qui eſt démenti par l'expérience ; puiſque le mercure du barometre ſe tient encore aujourd'hui à la même hauteur où il étoit du tems de ſon origine.

§. MMXLIX. Une autre propriété de l'air, c'eſt de conſerver l'aliment du feu dans les corps terreſtres ; au contraire, les vapeurs & les exhalaiſons des corps éteignent très promptement le feu, même la plus forte flamme & les charbons ardens : ils éteignent encore le feu qui embrâſe un fer rouge, ainſi que M. *Hallei* l'a obſervé, & que je m'en ſuis aſſuré par pluſieurs expériences.

Je fis conſtruire une petite table CC [*Tab.* 53. *fig.* 1.] de 4 pouces de diametre, établie ſur trois pieds de 5 pouces ½ de haut. Je poſai ſur cette table un vaſe rond de terre D, dans le fond duquel je mis des cendres, ſur leſquelles je plaçai un morceau de fer rond un peu concave, épais d'un pouce, & chauffé juſqu'à ce qu'il fût rouge : j'allumai au-deſſous du trepied deux chandelles, l'une de ſuif, & l'autre de cire : je couvris tout cet appareil d'un récipient de verre de 5 pouces de diametre, & haut de 15 pouces, fermé ſupérieurement par un couvercle de cuivre AA, percé à ſon milieu d'un trou F, pour laiſſer paſſer dans l'intérieur du vaſe un entonnoir de cuivre HG, diſpoſé de façon que le bec G répondît au fer E, afin que tout ce qu'on verſeroit

(1) Continuat. Experim. Phyſ.
(2) Journal des Savans, année 1676, page 45.
(3) Vegetable Statiks Experim. 83. Haimaſtatiks App. Experim. 2.

par cet entonnoir pût tomber ſur ce morceau de fer : toute liqueur verſée par cet entonnoir, & qui tomboit ſur le morceau de fer, étoit convertie en vapeur, qui ſe répandoit dans toute la capacité du récipient ; lorſque cette vapeur devenoit trop abondante, elle ſoulevoit le couvercle A A ſans caſſer le verre, & j'obſervai que les flammes des deux chandelles, ainſi que le feu de quelques morceaux de tourbe de Hollande que j'avois placés dans cette machine, s'éteignirent dans l'eſpace de trois ſecondes, par la vapeur de l'eau, du lait, du vin, du vinaigre, de l'eſprit de vin, de l'eſprit de nitre, de l'eſprit de ſel ammoniac. La fumée de l'huile de térébenthine, de l'huile d'olives, de pétrole, produiſirent le même effet : les exhalaiſons du ſang de veau, que j'avois laiſſé pourrir pendant 12 jours, celles des inteſtins d'un brochet, d'une perche, qui pourriſſoient depuis 8 jours ; celles des fleurs de biere, de vin qui fermentoit (1), celles d'un morceau de pain qui fermentoit auſſi, & qui s'engendrerent ſous ce récipient fermé, produiſirent le même effet ; elles ouvroient de momens à autres la petite ſoupape. M. *Hales* (2) a obſervé quelque choſe de ſemblable, produit par l'air que fournit de l'antimoine, ſur lequel il verſoit de l'eſprit de nitre. *Déſaguilliers* rapporte un phénomene ſemblable (3).

Mais examinons maintenant les effets des vapeurs & des exhalaiſons naturelles ſur le feu. En 1750 on creuſoit un puits à Toulouſe, & on le creuſoit à une très grande profondeur : lorſque l'ouvrage fut avancé juſqu'à un certain point, il ſortit de terre un ſouffle qui éteignoit les chandelles même renfermées dans des lanternes, ainſi que des charbons allumés : cette vapeur ne cauſa aucun dommage aux Ouvriers ; mais elle noirciſſoit leur linge (4). *Brown* remarqua en Hongrie des vapeurs très ſenſibles qui ſortoient d'une foſſe, & qui éteignirent 4 ou 5 fois de ſuite la lumiere d'une lampe (5). On a remarqué la même choſe en Italie dans des caſemates des Villes fortifiées. *Le Monnier* a obſervé un phénomene ſemblable dans des mines de charbons de terre en Auvergne, produit par des exhalaiſons qu'on appelle *la pouſſe* (6). On rapporte la même choſe d'une exhalaiſon ſulfureuſe qui s'éleve d'un puits, creuſé dans une Iſle appellée *Wigth* (7). *Haguenot* (8) nous apprend que les *miaſmes* qui s'élevent des ſépulcres de Montpellier, éteignent les corps embrâſés, de façon qu'il ne reſte aucun veſtige du feu qui les conſommoit. Les foſſoyeurs éprouvent la même choſe en Hollande. Les exhalaiſons qui s'élevent juſqu'à 10 pouces de hauteur dans les carrieres de Pyrmont, & dans la Grotte du Chien en Italie, éteignent ſur le champ les flambeaux qu'on y porte allumés, & qu'on y tient panchés vers la ſurface de la terre : ſi on y répand de la poudre à canon, on ne parvient point à l'allumer en faiſant tomber deſſus des étincelles tirées avec un briquet, ainſi que le remarquent *Kirker* (9), *Scippio* (10), *Miſſon* (11), *Nollet* (12), & l'Acadé-

(1) Neuman de Vino p. 365. (2) Mémoires préſentés Vol. 2. (3) Courſe of Exper. Philoſ. Vol. 2. p. 558. (4) Haimaſtat. Append. Exp. 3. p 215 (5) Journ. des Sav. ann. 1682. p. 116. (6) Obſervat. d'Hiſt Nat. p 196. (7) Philoſ. Tranſ. n 450. (8) Journ. des Sav. ann. 1749. Fév. p 221. (9) Mundus Subterraneus Lib. 4. cap. 5. (10) Philoſ. Tranſ. n. 448 Acta Berolin. Vol. 5. p. 102. (11) Itinerario Italico. (12) Philoſ. Tranſ. Vol. 47. p 48. Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1750.

mie de Naples (1). On obſerva en 1737 que les exhalaiſons qui ſortoient du mont Véſuve, éteignoient un flambeau de cire (2).

§. MML. On peut regarder l'air que nous reſpirons comme la cauſe de notre vie & de notre ſanté; mais ni les vapeurs, ni les exhalaiſons ne ſont point propres pour la reſpiration : il n'y a même aucun venin, aucun poiſon qui ſoit auſſi dangereux que les exhalaiſons qui s'élevent des corps terreſtres; ce que j'ai éprouvé de la même maniere que je viens de le rapporter dans le §. 2049. J'ai examiné les vapeurs par le moyen d'une machine repréſentée [*Tab.* 53. *fig.* 2.], & voici les réſultats de mes expériences. Une vapeur épaiſſe d'eau cauſa de fortes inquiétudes à un oiſeau, ainſi que je pus en juger par les convulſions qu'elle occaſionna : il n'en mourut cependant pas. La vapeur du vinaigre produiſit le même effet ſur un autre oiſeau. Celle de l'eſprit de vin fit tomber en convulſions un autre oiſeau, qui vacilloit de momens à autres, & qui ne put ſe rétablir enſuite. Une fumée épaiſſe d'huile de térébenthine en ſuffoqua un, que je ſoumis à cette épreuve. La fumée d'huile d'olives, ainſi que celle d'huile de pétrole, produiſirent le même effet; les oiſeaux tomboient en convulſions, chanceloient, tomboient dans l'eſpace d'une minute, & ne pouvoient plus ſe ſouſtraire à la mort. Les vapeurs d'eſprit de ſel ammoniac produiſoient de fortes convulſions; mais les oiſeaux n'en mouroient point : ils en paroiſſoient néanmoins toujours incommodés. Mais examinons maintenant les exhalaiſons que nous avons coutume de reſpirer. Les priſonniers qui ſont renfermés dans de petits cachots exactement fermés de tous côtés, ce nombre prodigieux de malades & d'autres perſonnes qui ſont dans les hôpitaux, les gens de mer qui ſont obligés de ſe tenir à fond-de-calle pendant la tempête; tous ces gens-là ſont ſouvent attaqués de fievres malignes, produites en parties par les exhalaiſons qui s'échappent du corps humain, en partie par celles que produiſent les ſels volatils, les huiles putrides, & toute autre eſpece de corps qui tranſpire. On remarque tous les jours que quantité de perſonnes très ſaines & très robuſtes, qui ſont obligées de fréquenter l'Hôtel-Dieu de Paris, ſont attaquées de fievres malignes avant qu'elles ſe ſoient accoutumées à reſpirer l'air putride qu'on reſpire dans cet endroit : on y obſerve même que les opérations chirurgicales qu'on y fait, n'y réuſſiſſent jamais parfaitement bien, quoiqu'elles y ſoient faites par de très habiles Chirurgiens (3). On éprouve les mêmes incommodités lorſqu'on reſpire les exhalaiſons qui émanent du bled qui eſt renfermé dans des greniers, ou dans des granges (4), lorſqu'on habite des appartemens nouvellement blanchis à la chaux, lorſqu'on fait uſage de poëles neufs (5). Les exhalaiſons du ſoufre qui brûle, & qui contractent les véſicules du poumon, produiſent des effets auſſi dangereux, ainſi qu'on peut s'en aſſurer par l'expérience (6). Les exhalaiſons ſenſibles qui s'élevent

(1) Philoſ. Tranſ. n. 455.
(2) Hiſt. du Mont Véſuve, pag. 299.
(3) Philoſ. Tranſ. Vol. 48. pag. 42. Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1748.
(4) Pringle Obſerv. upon hoſpital Fevers. p. 4. Hales the uſe of Ventilators.
(5) Hofmannus in Medici. Ration. T. 2.
(6) Hales the uſe of Ventilators. p. 40.

à 10 pouces de hauteur dans la Grotte du Chien en Italie, & qui retombent ensuite, produisent des convulsions aux animaux qu'on mene dans cette Grotte; on les voit haleter, tirer la langue, les yeux égarés, se roidir, & mourir sans jetter aucun cri, & cela dans l'espace de quelques minutes, à moins qu'on ne leur fasse respirer de nouvel air, ou qu'on ne les plonge dans le lac d'Agnano. Cette exhalaison qui fait périr les grands animaux, produit aussi le même effet sur toutes sortes d'insectes, & sur toutes sortes de poissons qu'on y porte, quoique renfermés dans l'eau. Cette exhalaison néanmoins n'est point sulfureuse, ni arsenicale, ni alkaline, ni acide: elle ne produit aucun mouvement dans la liqueur du thermometre. Cependant *Seip* observa dans la carriere de Pyrmont que les exhalaisons qui s'y élevoient étoient d'une odeur très pénétrante, & qu'elles portoient quelqu'acrimonie dans les yeux; que les pieds de celui qui marchoit dans cette carriere, s'échauffoient; que cette exhalaison se faisoit jour à travers les souliers les plus épais; qu'elle excitoit sur les jambes une sensation semblable à celles que produiroient des orties; que cette exhalaison montant jusqu'aux cuisses, échauffoit les parties inférieures au point qu'on s'imaginoit être entouré de feu, & que ces effets étoient accompagnés d'une sueur abondante (1). Il sort aussi d'un puits qui est creusé dans l'Isle Wigth une exhalaison sulfureuse, qui cause la mort à ceux qui la respirent (2). On creusa en 1750 un puits dans l'Isle Fuhne en Dannemark, d'où s'élevoit une semblable exhalaison. On trouve par-tout des antres qui vomissent du feu, & qui exhalent des vapeurs mortelles (3): il sort des tombeaux qu'on ouvre après avoir été longtems fermés, des exhalaisons aussi dangereuses. M. *Huguenot* (4) nous a rendu compte de semblables tombeaux qui furent ouverts à Montpellier.

Les exhalaisons qui sortent du cuivre qu'on fait chauffer, occasionnent aussi, à la longue, la mort de ceux qui les respirent (5); celles qui s'élevent des charbons qui s'allument, causent le même danger (6). Les charbons de tourbe de Hollande, l'esprit de vin qui brûle, l'huile de térébenthine allumée (7), le bois de chêne récemment coupé, & qu'on fait brûler, tous ces corps jettent des exhalaisons très dangereuses & souvent mortelles. La vapeur du vin ou de la biere, qui fermente, produit le même effet (8). La fumée qui s'éleve des chandelles qu'on allume dans les mines, n'est pas toujours mortelle pour les mineurs; mais elle l'est pour les oiseaux, les moineaux, les tourterelles, &c. au rapport de *Laghio*, & on voit ces animaux mourir d'autant plus promptement, qu'on allume un plus grand nombre de chandelles sous le vaisseau sous lequel on les renferme. On a remarqué dans ceux qu'on a fait mourir de cette maniere, que le poumon étoit plus

(1) Acta Berolin. Vol. 5. pag. 102.
(2) Philos. Trans. n. 450.
(3) Georg. Agricola. Lib. 4. De Nat. quæ effluunt ex terra. Philos. Trans. n. 452.
(4) Journ. des Sav. ann. 1749. Fév. pag. 219.
(5) Hauxbée, Phys. Mech. Exp. Append. Exp. 11. Desaguilliers Course of Exp. Phil. Vol. 2. pag. 518.
(6) Histoire de l'Académie Royale, année 1710.
(7) Hales Veget. Statiks, pag. 170.
(8) Camerarius in Epist. Taurin. pag. 31.

rouge qu'il ne le devoit être, que le cœur & les gros vaisseaux étoient distendus par une trop grande abondance de sang, & qu'une partie de l'air intérieur étoit consommé, ou qu'il avoit perdu de son ressort (1). Les exhalaisons qui s'élevent d'une terre qu'on a ouverte récemment, sont dangereuses pour ceux qui la fouillent. L'air qu'on respire dans d'anciens puits, dont l'air est surchargé des vapeurs qui s'y sont élevées sans se dissiper, est encore très dangereux (2). *Cotesius* a remarqué que l'air, engendré par l'effervescence, la fermentation ou la corruption de quelques substances, étoit encore plus nuisible aux animaux que le vuide lui-même dans lequel on les expose quelquefois (3). *Lagius* observe que si on renferme dans un même endroit bien clos des animaux avec du camphre & du musc, l'odeur qui émane de ces deux substances les fait périr très promptement (4). N'arrive t-il pas tous les jours que ceux qui travaillent dans les mines, y meurent lorsqu'ils y respirent les vapeurs qui s'y élevent (5).

§. MMLI. L'élasticité de l'air a une proportion constante & déterminée; car elle est comme sa densité, & il occupe un espace qui est toujours en raison inverse des poids dont il est comprimé. Il n'en est pas de même à l'égard des vapeurs & des exhalaisons, si on en excepte quelques unes; car j'ai observé qu'il y a des vapeurs élastiques produites par la pâte de farine qui fermente, lesquelles étant comprimées par un poids deux fois plus grand, n'occupoient plus qu'un espace quatre fois plus petit. Ces sortes de vapeurs sont extrêmement élastiques; ce sont elles qui donnent au pain la légereté que nous lui observons quelquefois; elles donnent à la pâte cette forme spongieuse qu'on lui remarque. *s'Gravesande* (6) dit avoir vu dans l'eau une bulle d'air, dont le volume devint 15000 fois plus grand, quoique sa force élastique se trouvât alors trois cens fois moindre qu'auparavant. J'avoue cependant qu'il y a des exhalaisons dont l'élasticité est constante & de même nature que celle de l'air; telles sont celles dont M. *Hales* parle, & qu'il a conservées pendant l'espace de six ans (7). Mais on trouve rarement de ces sortes d'exhalaisons.

§. MMLII. *Cotesius* a observé que les effets que l'air produit en vertu des vapeurs & des exhalaisons dont il est impregné, sont bien différens de ceux qu'il produit, lorsqu'il est naturel & dégagé de ces sortes d'exhalaisons (8). En effet, les fruits conservent beaucoup mieux leur couleur & leur goût dans l'air factice produit par des cérises, que dans l'air naturel de l'atmosphere. La couleur des fruits s'altere lorsqu'on veut les conserver dans un air factice, produit par des poires; ils ne perdent cependant point pour cela le goût qu'ils doivent avoir. Les fleurs de gérofle changent de couleur dans un air factice engendré par de la pâte. En général, les poires, les pommes, & tous les autres végétaux, se conservent plus long-tems sans se gâter, dans un air factice, que dans un air ordinaire.

§. MMLIII. Si l'air n'est pas un fluide différent des vapeurs & des exhalaisons, pourquoi l'air reste-t-il tel qu'il étoit auparavant, après une grosse

(1) Comm. Bonon. Vol. 3. p. 91. (2) Journ. des Sav. Tom. 2. p. 61. Journ. des Sav. ann. 1749. p. 220. (3) Lect. Pneumat. (4) Comm. Bonon. Vol. 3. p. 92. (5) Medical Essays. Vol. 5. Part. 2. p. 605. (6) Instit. Philos. §. 655. (7) Haimastat. Append. p. 320. (8) Lect. Pneumat. Lect. 16. Art. 3.

pluie, mêlée d'éclairs & de tonnerre ? En effet, lorſqu'il fait des éclairs, les exhalaiſons ſe mettent en feu & tombent en forme de pluie avec les vapeurs; mais après la pluie, on ne remarque pas qu'il ſoit arrivé aucun changement dans l'air, ſi ce n'eſt qu'il ſe trouve purifié, les nuées y ſont encore ſuſpendues, de même qu'auparavant.

§. MMLIV. Il me paroît qu'on peut conclure prudemment de ce que nous venons de dire, que l'air eſt un fluide bien différent des vapeurs & des exhalaiſons qui flottent habituellement dans ſon ſein, qui a été créé par Dieu, auſſi-bien que la terre, à laquelle il ſert d'enveloppe & qu'il entoure de toutes parts, qui, en vertu de ſon poids & de ſes autres propriétés, concourt, depuis l'inſtant de ſa création, à la végétation des plantes & à l'entretien de la vie animale. Ce fluide, dans ſon origine, dut être pur, & ne dut être imprégné qu'à la longue, de tous les corps étrangers dont il eſt actuellement ſurchargé; ſemblable à l'eau de l'Ocean, qui, à l'inſtant de ſon origine, fut extrêmement pure, & qui eſt actuellement chargée de ſels, de bitumes, de terres, & de quantité d'autres ſubſtances qui y abordent continuellement, & qui ſe mêlent avec elle; de même l'air, originairement pur, n'eſt plus qu'un chaos, formé de l'aſſemblage de quantité de ſubſtances étrangeres, qui s'échappent de tous les corps ſublunaires, & qui ſe portent dans ſon ſein, où elles flottent & où elles ſurnagent.

§. MMLV. L'air n'eſt point engendré par l'eau qui ſe convertit en vapeurs, comme pluſieurs Phyſiciens l'avoient imaginé (1). Il ne doit point ſon origine au feu, comme le prétendoit *Ariſtote* (2) & comme pluſieurs Poëtes anciens le vouloient, ainſi que *Plutarque* le rapporte (3).

Mais n'eſt il point produit par différens corps ſolides ? peut-on dire qu'il pénetre ces corps & qu'il les conſtitue entierement, ou au moins en grande partie ? Quoique ce ſentiment ſoit celui de pluſieurs Phyſiciens, on ne peut pas dire qu'on ait encore trouvé juſqu'à préſent aucun corps ſolide qui ſoit entierement conſtitué par l'air, ou qui ne fourniſſe que de l'air dans ſa décompoſition. Cette opinion doit ſon origine à ce que tous les corps ſoumis à différens procédés, fourniſſent un fluide élaſtique, qu'on regarde comme de l'air. Or, j'ai démontré ci-deſſus que ce fluide avoit quantité de propriétés, qui ne convenoient point à l'air naturel. J'avoue cependant que l'air qui pénetre les corps, en ſe jettant dans leurs pores, s'unit quelquefois ſi intimement avec eux, qu'il concourt à la formation de quelques unes de leurs parties ſolides; qu'on peut cependant quelquefois l'en ſéparer, & qu'alors il revient dans ſon premier état, dégagé de toute partie étrangere, ſalubre, pur: c'eſt ce qui arrive lorſqu'on renferme des ſolides pendant longtems, ſous un récipient vuide, ſec ou humide, afin que l'air qui eſt adhérent à leurs parties, & qui jouit encore de ſon reſſort, puiſſe, à l'aide d'un certain degré de chaleur, ſe développer, s'étendre & s'en détacher lentement. Cet air doit être bien diſtingué de ce fluide élaſtique, que la combuſ-

(1) Plato in Timæo. Lucret. Lib. 1, 5, p. 782. Cicero. Lib. 2. de Nat. Deorum. Seneca in Quæſt. Nat. Voſſius de Motu Maris. Cap. 20.

(2) Lib. de Generat. & Corrupt. Tom. 1. Lib. 2. cap. 4.

(3) Plutarchus de primo Frigido. p. 949.

tion, la puttréfaction, la fermentation, &c. engendre quoiqu'il y ait de l'air disséminé dans ce fluide élastique, mais qui se trouve confondu avec plusieurs parties salines, huileuses, spiritueuses, aqueuses, qui sont élastiques & qui s'échappent avec lui, lorsqu'il se dégage brusquement & avec impétuosité des corps, dans ces différentes opérations naturelles. Cet air, engagé dans ces sortes de parties, en forme une masse élastique', composée, insalubre, puante, & la rend propre à produire plusieurs effets qui dépendent de la combinaison de ces corps.

Pareillement l'air naturel, qui s'est, pour ainsi dire, fondu dans les fluides, s'attache à eux & devient adhérent à leurs parties; mais on peut aussi l'en retirer lentement, en les plaçant dans le vuide. Un feu violent peut encore produire le même effet. Or, pour peu qu'on soit instruit, on ne trouvera personne qui donne le nom d'air à la vapeur qui s'éleve alors, quoiqu'on n'ignore point que cette vapeur ne contienne de véritable air, séparé des molécules du liquide.

§. MMLVI. On a remarqué jusqu'à présent, qu'une masse d'air d'une certaine étendue, conservoit toujours sa fluidité, & on n'a jamais observé qu'on pût lui faire perdre cette qualité, soit en la gardant pendant longtems renfermée dans des vases, soit en l'exposant au froid le plus piquant qu'on puisse éprouver dans les régions boréales, & on ne l'a jamais vûe se convertir en glace, même lorsque le mercure du thermometre est descendu à 120 degrés, au-dessous de o (1); le plus grand froid artificiel qu'on puisse produire avec de la glace & de l'esprit de nitre, n'altere point davantage sa fluidité: elle n'est pas plus altérée par les fortes compressions qu'on peut lui faire souffrir dans des tubes, ou dans des fusils à vent, dans lesquels on la tient renfermée pendant l'espace de 16 ans.

§. MMLVII. La fluidité de l'air est très grande, parcequ'il est composé de parties extrêmement rares, sphériques, très mobiles, très petites, peu pesantes, qui ne s'attirent que foiblement; mais qui au contraire se repoussent, & qui conséquemment peuvent être séparées aisément les unes des autres.

§. MMLVIII. La gravité de l'air est très marquée: ce fluide, abandonné à lui-même, ne s'éloigne jamais du centre de la terre, comme font tous les corps, qui, au sentiment des Péripatéticiens, contiennent en eux un principe de légereté. *Aristote*, leur chef, ne s'accorde point avec lui-même, lorsqu'il dit dans un endroit, en parlant de l'air & de l'eau, que ni l'un ni l'autre de ces deux fluides ne sont pesans ou légers; car ils sont l'un & l'autre plus légers que la terre, & plus pesans que le feu: & lorsqu'il dit dans un autre endroit, qu'une vessie remplie d'air pese davantage que lorsqu'elle est vuide (2); ce qui prouve que l'air est pesant. En effet, si vous pesez une vessie flasque, vous la trouverez moins pesante que lorsqu'elle sera remplie d'air, & si vous la percez & que vous la comprimiez ensuite, elle deviendra plus légere; ce qui prouve certainement que l'air est pesant. *Galilée* commença à soupçonner, dans le siécle précédent, que l'air étoitt pesant,

(1) Gmelin Flora Sibeirica. Tom. 1. Præfa. pag. 53.
(2) De Cœlo, Lib. 4. cap. 4.

& il tira cette connoiſſance de l'eau qui ne s'élevoit que juſqu'à une certaine hauteur dans les pompes ; cette idée fut confirmée enſuite par *Toricelly*, *Merſenne*, *Otto de Querikue*, & par pluſieurs autres Phyſiciens ; mais on eſt maintenant à portée de démontrer cette vérité par pluſieurs expériences différentes.

1°. Si on retire l'air d'un récipient ouvert ſupérieurement, l'air extérieur ſe précipite avec impétuoſité dedans, & le remplit de nouveau.

2°. L'air preſſe fortement les corps ſur leſquels il s'appuie : c'eſt pour cela que ſi on place un carreau de vitre, ou un morceau de plomb laminé ſur un cilindre creux de cuivre, dont on retire l'air, la preſſion de l'air qui s'appuie ſur le carreau de verre, ou ſur le morceau de plomb, le porte en-dedans du cilindre, le briſe & le fait éclater : il arrive la même choſe à une veſſie de cochon liée autour d'un récipient, dont elle ferme l'ouverture.

3°. Les récipiens de verre, ſous leſquels on fait le vuide, demeurent adhérens à la platine de la machine pneumatique, par la preſſion de l'air extérieur qui s'appuie ſur leur voûte.

4°. Mais nous démontrons, d'une maniere très convainquante, la preſſion de l'air, en le peſant à la balance : car ſi on peſe une phiole remplie d'air, on la trouvera plus peſante que lorſqu'elle en ſera évacuée ; & elle redeviendra plus peſante, ſi on y introduit de nouvel air. Je ſoupçonne cependant que le poids qu'on trouve dans cette expérience, pourroit venir des vapeurs & des exhalaiſons qui ſont compriſes dans l'air de l'atmoſphere, & qui paſſent avec lui dans cette phiole. Ce qu'il y a de certain, c'eſt que le poids de ces différentes ſubſtances, fait partie de celui qu'on découvre alors ; car, ſi dans un tems humide, on fait entrer de l'air dans une phiole vuide, qu'on a déja peſée lorſqu'elle étoit remplie d'air, mais en faiſant paſſer celui qu'on introduit alors, à travers des cendres gravelées très ſeches, on ne trouvera pas ſon poids de moitié auſſi conſidérable que celui de l'air humide, qui la rempliſſoit auparavant. Si on répete cette expérience, lorſque l'air eſt ſec, & qu'on introduiſe dans cette phiole de l'air qu'on fait paſſer à travers une maſſe de ſels alkalis, on trouvera le poids de cet air égale à celui de l'air qui la rempliſſoit précédemment. Si l'air pur n'étoit point peſant, comment les nuées pourroient-elles s'y former, s'y étendre, & être ſuſpendues dans ſon ſein ? Car ſi les nuées, qui ſont peſantes, n'étoient point ſoutenues par un fluide qui fût lui-même peſant, il eſt conſtant qu'elles tomberoient ſur la terre.

§. MMLIX. La gravité ſpécifique de l'air, comparée à celle de l'eau, eſt quelquefois dans le rapport de 1 à 800. Ce rapport n'eſt pas cependant conſtant ; il differe à chaque inſtant, ſuivant que l'air eſt plus ou moins pur, plus ou moins denſe, ſuivant la température dont il jouit, la hauteur du terrein, les vents qui ſoufflent, &c. On remarque en différens endroits de l'Europe, mais ſur-tout en Hollande, que la peſanteur ſpécifique de l'air, comparée à celle de l'eau, eſt renfermée dans les rapports de 1 : 606, & de 1 : 1000 ; car le 30 Novembre 1756, ce rapport fut comme celui de 1 à 931. Si donc un pied cubique d'eau peſe ℔ 63. ℥ 4. g. 40, ou 485800 grains, & que la gravité ſpécifique de l'air ſoit à celle de l'eau comme 1 : 700, un pied cubique d'air peſera 694 grains.

§. MMLX. On peut déterminer avec quelle force le poids de l'air agit contre les corps qui sont à la surface de la terre, ou avec quelle force il agit contr'eux, en partie en vertu de son poids, en partie en vertu de son ressort. Cette expérience se fait en prenant un tube de verre, fermé d'un côté & ouvert de l'autre, & qu'on remplit de mercure; la hauteur à laquelle le mercure demeure suspendu dans ce tube, lorsqu'il est plongé dans une cuvette, dans laquelle il y a d'autre mercure, indique la pression actuelle de l'air. Cette pression varie; car en Hollande, la colonne de mercure, qui est ordinairement de 29 pouces rhenans, est quelquefois plus longue, quelquefois plus courte. Or la colonne de mercure comprise dans ce tube, est en équilibre avec la pression de l'air de l'atmosphere; &, comme l'eau est environ 14 fois moins pesante que le mercure, la pression de l'air pourroit tenir en équilibre une colonne d'eau de 33 pieds rhénans, ou environ; d'où il suit que la pression que l'atmosphere déploie contre la surface de la terre, équivaut à celle qu'elle éprouveroit, si elle étoit couverte d'eau jusqu'à la hauteur de 33 pieds; ce que *Paschal* & *Boyle* ont confirmé par différentes expériences.

§. MMLXI. La pression de l'air étant une fois connue, on conçoit aisément l'effet qu'elle doit produire contre deux hémispheres creux, de la cavité desquels on retire l'air. En effet, l'hémisphere A [*Tab.* 53. *fig.* 3.] doit être appliqué contre l'hémisphere B, par le poids de l'atmosphere qui l'entoure & qui s'appuie dessus, & conséquemment on ne peut les séparer l'un de l'autre que par une force capable de surpasser celle que l'atmosphere déploie contr'eux, ainsi que le découvrit autrefois le célebre *Otto de Guerikue*. Or, pour qu'on puisse répéter cette expérience, & quantité d'autres de cette espece, avec plus d'exactitude qu'on n'a fait jusqu'à présent, j'ai imaginé de faire dresser parfaitement, autant que faire se peut, les deux limbes de ces hémispheres; ce qui nous met à portée de supputer plus exactement l'étendue de leur contact.

J'ai fait faire outre cela une plaque ronde A A de cuivre [*F.* 4.], à la circonférence de laquelle j'ai fait ménager quatre oreilles percées, à travers lesquelles on fait passer des vis, qui l'attachent solidement à une grosse table de bois; cette plaque a un demi pouce d'épaisseur; elle est très plane, & aussi bien dressée que faire se peut.

J'ai fait construire aussi une semblable plaque de verre, propre à répéter de semblables expériences: cette derniere a un pouce d'épaisseur; elle est parfaitement plane & polie des deux côtés, qui sont paralleles entr'eux; les deux plaques, dont nous venons de parler, ont chacune 5 pouces de diametre.

J'ai fait faire aussi un hémisphere de cuivre creux C, d'un pouce & demi de diametre, muni d'un robinet. Le limbe plan de cet hémisphere porte deux lignes de largeur; cet hémisphere s'attache, par le moyen d'une chaîne, à un crochet D, suspendu à l'un des bras d'une balance E E, & on le met en équilibre, par le moyen d'un contre-poids qu'on place dans le bassin opposé L. Les choses étant ainsi disposées, on enduit le limbe de l'hémisphere d'une espece de mastic, fait avec de la cire, du suif & de l'huile, afin de l'adapter à la platine A A, de façon que l'air ne puisse s'in-

troduire ſous la capacité de l'hémiſphere : on adapte enſuite cet appareil ſur la platine de la machine pneumatique, & on fait le vuide, autant qu'on peut le faire avec une machine pneumatique. Lorſque je fis cette expérience, le mercure étoit à 29 pouces dans la jauge, & la hauteur du barometre étoit de 29 pouces 1 ligne; je fermai enſuite le robinet; j'attachai la platine A A à une forte table, & je fus obligé de mettre dans le baſſin L, un poids de 30 ℔ ſix dragmes, pour ſéparer l'hémiſphere de la platine; j'enduiſis de nouveau le bord de l'hémiſphere, du même maſtic dont je m'étois ſervi précédemment, je le rappliquai à la platine, & je refis le vuide auſſi exactement que la premiere fois, afin que cet hémiſphere fût adapté à la platine A A avec un effort ſemblable à celui qui l'y appliquoit dans l'expérience précédente; je rétablis les choſes dans leur premier état, & j'ouvris le robinet, pour donner entrée à l'air extérieur dans la capacité de l'hémiſphere; j'obſervai qu'un poids de 4 livres ſix onces, placé dans le baſſin L, ſuffiſoit pour arracher l'hémiſphere de deſſus la platine: or le poids dont cet hémiſphere étoit chargé de la part de l'air qui s'appuyoit deſſus, étoit, ſuivant le calcul = 25 ℔ 10 onces 6 dragmes 35 grains. Pour voir ſi l'expérience s'accordoit avec le calcul, je retranchai de 30 ℔ 6 dragmes, les 4 ℔. 6 onces que j'avois employéées dans la ſeconde expérience, & cette ſouſtraction me donna pour reſte 25 ℔ 10 onces 6 dragmes; ce qui s'accorda avec mon calcul, beaucoup au-delà de mes eſpérances; car l'erreur de 35 grains eſt de trop peu de conſéquence pour qu'elle doive entrer dans le calcul en pareille occaſion, ainſi que ceux qui ſont habitués à faire des expériences pourront en convenir (2).

2°. Je pris enſuite un autre hémiſphere d'un pouce & demi de diametre, parfaitement ſemblable au premier, ſi ce n'eſt que le bord du ſecond n'avoit pas une ligne de largeur; je l'appliquai comme le premier, à l'aide du même maſtic, ſur la platine de cuivre A A, j'en retirai l'air de la même maniere que précédemment : & ſuivant exactement le même procédé, je le ſéparai de la platine, à l'aide d'un poids de 28 ℔ 6 dragmes. Répétant enſuite cette expérience, après avoir introduit de l'air dans l'intérieur de l'hémiſphere, je ne fus obligé d'employer qu'un poids de 2 ℔ 6 onces pour le ſéparer, poids qui indique la force avec laquelle le maſtic uniſſoit l'hémiſphere à la platine : retranchant encore ce poids de 28 ℔ 6 dragmes, je trouvai pour reſte 23 ℔ 10 onces 6 dragmes pour le poids avec lequel l'atmoſphere preſſoit l'hémiſphere & l'appliquoit à la platine. Dans cette ſeconde expérience,

(1) Cette erreur de 25 grains vient de la maniere ſelon laquelle l'hémiſphere étoit maſtiqué à la machine dans l'une & dans l'autre expérience. Cette erreur varie aſſez conſidérablement, malgré les précautions qu'on peut prendre. Voici les réſultats que j'ai trouvés en répétant pendant trois jours de ſuite cette expérience. Je me ſervis du même maſtic. Le premier jour le thermometre étoit à 17 degrés; l'erreur fut de 21 grains : & deux heures après, ayant pris les mêmes précautions, le thermometre étant encore à 17 degrés, l'erreur fut de 27 grains. Le lendemain le thermometre étant à 19 $\frac{1}{2}$ degrés, l'erreur fut de 20 grains; & une heure $\frac{1}{2}$ après, elle ne fut que de 17 grains. Trois heures après le thermometre n'étant plus qu'à 18 degrés. l'erreur fut de 28 grains. Le troiſieme jour ayant procédé de la même maniere que les deux précédens, le thermometre étant à 16 degrés, l'erreur fut de 36 grains, & une demi-heure après de 32 grains.

le mastic n'appliqua pas si fortement l'hémisphere à la platine ; parceque le bord de cet hémisphere n'étoit point aussi large que celui du premier dont je fis usage : d'où il suit que cette union devient plus grande lorsque le bord est plus large, & plus petite lorsqu'il est plus étroit.

3°. Je pris un hémisphere de cuivre de trois pouces de diametre, dont le bord avoit 2 ½ lignes de largeur; je pris aussi un autre hémisphere de cuivre de deux pouces de diametre, dont le bord avoit 4 lignes de largeur : l'aire de ces deux bords étoit alors égal; je les enduisis l'un & l'autre avec le même mastic : j'adaptai le plus grand hémisphere à la platine A A ; j'en retirai l'air, & je répétai exactement la même expérience; mais je fus obligé d'employer un poids de 112 ℔ 9 onces 4 dragmes pour le séparer de la platine : or le poids de l'air qui le comprimoit étoit alors de 90 ℔ 9 onces 261 grains; par conséquent l'augmentation de cohérence, occasionnée par le mastic, étoit à-peu près de 22 ℔.

Je répétai pareillement l'expérience avec le petit hémisphere de 2 pouces de diametre; je ne le séparai de la platine qu'à l'aide d'un poids de 62 ℔ 4 onces 1 dragme : or le poids de l'atmosphere qui le comprimoit, étoit alors de 40 ℔ 4 onces 116 grains; l'adhérence occasionnée par le mastic, étoit donc encore, dans cette occasion, à peu de choses près égale à la pression d'un poids de 22 ℔, comme dans le cas précédent. D'où il suit que des surfaces égales, unies à d'autres surfaces avec le même mastic, adherent entr'elles avec des forces égales; il ne peut se faire qu'il n'y ait toujours quelque petite erreur dans de pareilles expériences; mais elles sont trop peu sensibles & trop indispensables, pour qu'elles méritent entrer en ligne de compte. Je répétai encore cette expérience avec les mêmes hémispheres, unis avec le même mastic, ayant fait le vuide aussi exactement, afin que la pression fût encore la même, & que le mastic fût encore dans le même état de pression, & j'observai qu après avoir ouvert le robinet, & laissé entrer l'air dans la capacité des hémispheres, je ne pouvois les séparer de la platine que par un poids de 22 ℔.

4°. Mais il falloit encore faire ces expériences d'une autre maniere, afin de s'assurer si le résultat seroit toujours le même: je nettoyai donc parfaitement les bords des hémispheres, & j'en retirai tout le mastic qui y étoit adhérent; je pris ensuite l'hémisphere de 3 pouces de diametre, que je posai sur la platine A A : je bordai avec attention tout le contours de cet hémisphere avec du mastic, afin d'interdire tout passage à l'air, & je fis le vuide aussi exactement qu'il me fut possible, de façon que le mercure étoit à 29 pouces dans la jauge : je fermai le robinet, & j'attachai tout cet appareil sur une forte table : je mis ensuite des poids dans le bassin L, & je fus obligé d'employer un poids de 98 ℔ pour séparer l'hémisphere.

Je plaçai ensuite cet hémisphere sur le plan de verre dont j'ai parlé ci-dessus, je le bordai de la même maniere que dans l'expérience précédente, & avec la même quantité de mastic : je retirai l'air de l'intérieur de l'hémisphere, jusqu'à ce que le mercure fût à 29 pouces de la jauge; après avoir retiré cet appareil de dessus la machine pneumatique, je l'attachai fortement sur une grosse table, & je fus encore obligé d'employer un poids de 98 ℔ pour séparer l'hémisphere du plan de verre : d'où il suit que la pression de l'air fut la

la même dans l'un & dans l'autre cas, pour appliquer l'hémisphere au plan qui le supportoit : or comme le poids de l'air qui s'appuyoit sur l'hémisphere, étoit alors de 90 ℔ 9 onces 261 grains ; l'adhérence de cet hémisphere au plan, en vertu du mastic, étoit de 7 ℔ 6 onces 4 dragmes : ce que je confirmai ensuite en répétant l'expérience, après avoir introduit de nouvel air dans la capacité de l'hémisphere.

Soit que je fisse usage de plus petits hémispheres, & que je me servisse d'un plan de cuivre ou d'un plan de verre, pourvu que je fisse usage du même mastic, j'observai toujours que l'adhérence relative à la ténacité & à la quantité du mastic, demeuroit la même. Il faut avoir grand soin, dans ces sortes d'expériences, de se servir du même mastic pour entourer ces hémispheres, d'en employer la même quantité, de le ramollir également, & de lui donner la même température; car si on l'échauffe davantage, il sera plus mou, & s'il est plus mou, il n'attachera pas avec la même force l'hémisphere, soit au plan de métal, soit au plan de verre : au contraire, si on l'emploie plus froid, il sera plus dur, & il fera contracter une plus forte adhérence aux corps qu'il unira : phénomene que j'ai observé plus d'une fois; car j'ai été obligé quelquefois d'employer des poids de 4, 5, 6 livres plus pesans que ceux que j'ai indiqués ci dessus pour produire les mêmes effets.

§. MMLXII. Comme les Philosophes ont soupçonné, & avec raison, que les parties de l'air sont de différente ténuité, & que les parties les plus grossieres de ce fluide, pouvoient pénétrer aisément dans les corps dont les pores ont de grandes dimensions, tandis que d'autres corps, dont les pores seroient plus petits, leur refuseroient un libre accès; cela m'a déterminé à répéter de la maniere suivante, avec les mêmes hémispheres, les expériences dont je viens de parler. J'ai donc fait faire des plans de verre, de fer, de cuivre rouge, d'étain d'Angleterre, de plomb d'Ecosse, de bismuth, de zinc, de marbre blanc, d'ivoire, d'ardoise, auxquels je n'ai fait donner que 3 lignes d'épaisseur, sur lesquels je pouvois appliquer exactement un hémisphere de cuivre; parcequ'ils étoient assez bien dressés pour que le limbe de cet hémisphere portât par-tout. En répétant ces expériences, j'ai fait surtout attention aux deux effets suivans.

1°. Savoir, si ces plans pourroient être pénétrés par un air de différente ténuité ?

2°. Quelle seroit l'adhérence que cet hémisphere contracteroit avec ces différens plans, en vertu de la pression de l'air extérieur ?

Je couvris l'hémisphere B [*Tab.* 53. *fig.* 5.] d'un plan A, que j'entourai de cire molle, pour exclure le passage à l'air : cet hémisphere portoit un robinet C, au moyen duquel je l'adaptai à la machine pneumatique, en le visant sur l'extrêmité supérieure de la pompe : je plaçai en E une jauge de mercure, dont l'échelle étoit divisée en très petits degrés, afin qu'on pût s'appercevoir de la moindre quantité d'air qui pourroit s'introduire dans l'hémisphere. Les choses étant ainsi disposées, j'évacuai, autant qu'il me fut possible, l'hémisphere B, & je remarquai à quelle hauteur le mercure se contenoit alors dans la jauge : je fermai ensuite le robinet de la machine pneumatique, mais je laissai le robinet C ouvert, afin d'abandonner à lui-même l'appareil ABCDE : je laissai passer 20 minutes, après lesquelles je fus re-

garder si le mercure s'étoit un peu élevé dans la jauge E : il s'y seroit certainement élevé si un fluide élastique se fût introduit par les pores, par les ouvertures ou les petites fentes de la lame qui couvroit l'hémisphere, ou s'il eût pu pénétrer par le robinet C, ou dans le vase qui couvroit la jauge E ; parce-qu'il eût alors pressé plus fortement le mercure de cette jauge : or voici quel fut le résultat des expériences que je fis à ce sujet. Soit que le plan A fût de fer, de plomb, d'étain, de cuivre rouge, de zinc, de bismuth, de marcassite, de verre, d'ivoire, d'ardoise, je n'observai aucun mouvement dans le mercure de la jauge après un espace de 20 minutes, & ayant eu auparavant la précaution d'évacuer l'hémisphere, jusqu'à ce que le mercure fût descendu jusqu'à la même graduation : d'où il suit qu'aucun fluide élastique qui pût manifester sa présence, ne se fit jour, & ne pénétra dans la capacité de l'hémisphere, à travers les pores des plans qui le fermoient : cependant lorsque je couvris cet hémisphere avec un plan de marbre blanc poli, également épais dans toute son étendue, & que je répétai cette expérience ; je m'apperçus, après avoir laissé le tout en expérience pendant 20 minutes, qu'il s'étoit introduit une petite quantité de fluide élastique à travers les pores de ce marbre ; car le mercure s'étoit élevé d'une certaine quantité dans la jauge E, & plus je laissai de tems les choses en expérience, & plus je vis monter le mercure dans la jauge : je répétai plusieurs fois cette expérience, & j'observai toujours le même résultat.

Voilà quel fut le succès des premieres expériences qu'on ait faites pour s'assurer si l'air grossier, ou si un fluide plus délié, peut pénétrer sensiblement les pores des métaux, des demi-métaux, du verre, de l'ivoire, de l'ardoise.

§. MMLXIII. Quant à ce qui concerne le second phénomene ; savoir, avec quelle force l'air s'appuie, & avec quelle force il unit un hémisphere de cuivre aux différens corps que nous avons annoncés (§. 2061, 2062), voici l'expérience à laquelle j'eus recours. J'appliquai un hémisphere de cuivre de 2 pouces de diametre, dont le bord étoit de 4 lignes de largeur, sur les différens plans dont nous venons de parler : j'enduisis le contour de cet hémisphere du même mastic, pris en même quantité, & auquel je communiquai le même degré de chaleur, ayant soin à chaque fois de bien nettoyer le bord de l'hémisphere, ainsi que le plan sur lequel je l'appliquois : je fis le vuide aussi exactement qu'il me fut possible : je fermai le robinet C : je séparai cet appareil de la machine pneumatique, pour l'attacher à une forte table, ainsi que j'avois fait dans les expériences précédentes : j'attachai ensuite l'hémisphere, par le moyen d'une chaîne, à l'un des bras d'une balance, & je mis des poids dans le bassin opposé, jusqu'à ce que j'en eus mis une quantité suffisante pour séparer l'hémisphere ; & voici le résultat des expériences que je fis. Un même poids de 45 ℔ me suffit, sans aucune différence sensible, pour enlever cet hémisphere, lorsqu'il étoit appliqué sur un plan de cuivre jaune, de fer, d'étain, de plomb, de zinc, de bismuth, d'ivoire, d'ardoise.

D'où il suit manifestement que, ni l'air grossier de l'atmosphere, ni qu'aucun autre fluide plus subtil, ne peuvent point se faire jour & pénétrer par les pores des corps dont nous venons de faire mention. J'ai répété ces expérien-

ces publiquement, & en différens tems ; elles se sont toutes faites avec le plus grand succès, le même jour, & lorsque la température étoit la même ; car j'ai observé que si le mastic étoit trop chaud & trop mou, l'adhérence étoit moins forte que lorsqu'il faisoit plus froid ; & la différence qu'on remarque en différentes températures, va quelquefois à 4 & même 5 livres. Le succès de ces expériences dépend aussi de la pesanteur actuelle de l'atmosphere. Quiconque sera versé dans l'Histoire de la Physique, saisira aisément le motif qui m'a engagé à m'étendre si au long sur ces expériences, qui ne nous apprennent presque rien, & dont les effets n'ont rien qui puisse nous surprendre ; mais il étoit nécessaire de les faire pour étayer davantage la vérité.

§. MMLXIV. On peut maintenant déterminer d'une certaine façon le poids de l'atmosphere qui embrasse tout le contour de notre globe ; car on connoît à-peu-près la grandeur de la terre, & on peut supposer que la pression de l'air est par-tout en équilibre avec une colonne de mercure de 29 pouces rhenan ; par conséquent tout le poids de l'atmosphere équivaudra au poids d'un océan de mercure, qui couvriroit la surface de la terre jusqu'à la hauteur de 29 pouces : or ce poids, suivant le calcul de *Jacob Bernouilli*, = *6,687,360,000,000,000,000* ℔ (1).

§. MMLXV. Comme l'air est un fluide, il presse dans toutes sortes de directions avec la même force ; c'est à-dire, de haut en bas, de bas en haut, latéralement, en avant, en arriere, obliquement, ainsi qu'on peut s'en convaincre en tirant en toutes sortes de sens le piston d'une pompe pneumatique, vuide d'air & fermée par son extrêmité : la pression de l'air qui s'appuie extérieurement contre ce piston, le reporte au haut de la pompe. Cette pression de l'air en toutes sortes de sens, fait que tout corps quelconque, quelque tendre qu'on le suppose, étant entouré d'air de tous côtés, est également comprimé de tous côtés, & ne peut être endommagé par l'effort de cette pression. L'expérience de *Mariotte* démontre manifestement que la pression latérale de l'air est égale à sa pression perpendiculaire : voici en quoi consiste cette expérience. Soit une fiole C D [*Tab.* 53. *fig.* 6. 7. 8. 9. 10.] remplie d'eau, & percée latéralement en B ; soit adapté au col de cette fiole un tube E F, ouvert à ses deux extrêmités : l'expérience nous apprend que la pression latérale de l'air retient l'eau dans ce tube jusqu'à la hauteur du trou B, & par conséquent que l'air qui presse selon la direction E A, n'agit pas plus puissamment que celui qui presse latéralement par le trou B.

Si on adapte un tube de verre à la partie latérale de la fiole, & qu'on donne différentes inflexions à ce tube, ainsi qu'elles sont représentées par les figures indiquées, l'eau demeurera à la même hauteur dans le tube qui plonge dans le milieu de la fiole, & dans celui qui sera adapté à sa partie latérale.

§. MMLXVI. On donne le nom de *tube de Toricelli* à un tube qui est en grande partie rempli de mercure, qui y est contenu par la pression de l'atmosphere : on lui donne ce nom, parceque ce fut *Toricelli* qui imagina cette expérience en 1643. D'autres l'appellent *baroscope*, ou *barometre* ; parcequ'il sert, pour ainsi dire, à mesurer la pesanteur de l'air dans un endroit donné.

(1) Jac. Bernouilli Opera. Tom. 1. p. 187.

On doit en grande partie à ce tube les progrès que la Physique fit dans le siecle dernier; car la partie supérieure de ce tube (auquel on donne ordinairement plus de 30 pouces), prise depuis la voûte qui le ferme, & la surface supérieure de la colonne de mercure qui s'éleve quelquefois jusqu'à 29 pouces de hauteur perpendiculaire, étant vuide d'air, donna occasion aux Physiciens d'examiner ce qui arriveroit aux corps qu'on renfermeroit dans cet espace: ces tentatives donnerent naissance à quantité de phénomenes plus curieux les uns que les autres: mais la grande difficulté de se procurer, par cette méthode, un grand espace vuide, donna origine à une autre machine; savoir, à la machine pneumatique, à l'aide de laquelle on parvient à purger aisément d'air de grands & de petits vaisseaux.

§. MMLXVI. On démontre que la suspension du mercure dans le tube de *Toricelli*, dépend de la pression de l'atmosphere; puisque ce tube, étant renfermé sous un long récipient placé sur la platine de la machine pneumatique, on voit le mercure descendre & s'abaisser dans le tube, à proportion qu'on retire l'air de dessous le récipient, & qu'il remonte jusqu'à la même hauteur d'où on la fait descendre lorsqu'on a reporté de nouvel air sous le récipient. Il y a cependant une exception à faire ici, qui est que lorsqu'on se sert d'un tube frotté intérieurement, poli, & lavé pendant long tems avec de l'alkool, ensuite bien séché, bien échauffé, & qu'on le remplit de mercure bouillant, bien purifié, & dégagé de toute partie aërienne; en se servant pour cela d'un entonnnoir qui se termine en tube capillaire, & que lorsque le mercure est froid, on renverse le tube avec précaution, sans le secouer, pour le plonger dans une cuvette; ce tube demeure exactement rempli, lors même qu'il auroit 70 pouces de longueur, soit qu'on l'expose à l'air libre, soit qu'on le mette dans le vuide, ainsi que M. *Huygens* l'observa le premier (1). Si lorsque le tube est en expérience, & qu'il est droit, on le secoue un peu, le mercure se précipite promptement, & ne se contient alors que lorsqu'il est à la même hauteur que dans un barometre ordinaire.

Quelques-uns ont cru devoir deduire de cette expérience d'*Huygens* l'existence d'une matiere éthérée, douée d'une certaine pesanteur: mais cet éther ne pénétreroit-il donc pas aisément les pores du verre, que le feu, la lumiere, la matiere électrique, & d'autres fluides moins déliés que cet éther, pénetrent facilement? Pourquoi cet éther ne pénetre-t-il point les pores de la voûte qui termine le tube, & ne pousse-t-il point par en-bas le mercure qui remplit ce tube? Quelle force peut donc s'opposer à l'accès de cet éther, qui fait effort pour pénétrer le tube; quelle force peut lui résister & l'en expulser? Le mercure n'est point parfaitement dense, il n'est point totalement dépourvu de pores, il n'obstrue point exactement ceux du tube, & même en supposant que le mercure remplit exactement ses pores, l'éther qui pénétreroit ceux qui appartiennent à la voûte du tube, seroit en communication avec le mercure; il déploieroit son action contre ce fluide; il le presseroit de haut en bas; il le forceroit donc à descendre jusqu'à ce qu'il ne fût plus qu'à 29 pouces d'élévation; c'est-à dire, jusqu'à ce qu'il n'excédât pas la hauteur qu'il acquiert ordinairement: ce qui n'arrive jamais, à moins qu'on ne secoue

(1) Journ. des Sav. 1672. p. 111.

le tube, & alors le mercure eſt repouſſé des parois du tube; ſon contact immédiat eſt détruit; par ce moyen le verre agit moins fortement contre le mercure, qui en eſt éloigné : ce fluide ceſſant d'être ſoumis à la force qui le maîtriſoit, obéit à ſon propre poids & deſcend; par conſéquent ce phénomene doit être rapporté à une autre cauſe qu'à la preſſion de l'éther.

Nous avons vu dans le Chapitre de l'attraction & de la cohérence, avec quelles forces les corps qui ſe touchent par de grandes ſurfaces, agiſſent les uns contre les autres en vertu de leur attraction : nous avons vu dans le même Chapitre de combien cette force diminuoit lorſque ces corps étoient ſéparés par un très petit eſpace ſeulement. On peut d'un autre côté conſidérer avec quelle force, quelle ténacité, le mercure s'attache au verre; on en peut juger par les miroirs de glace qui ſont couverts de mercure, qu'on n'en peut ſéparer qu'avec peine en les raclant. Par conſéquent lorſqu'on remplit un tube propre & ſec avec du mercure parfaitement purifié de toute humidité & d'air, il eſt conſtant que ce mercure s'applique immédiatement aux parois de ce tube : de ce contact immédiat ſuit une forte attraction qui le maîtriſe & qui le fait adhérer à ces parois avec une force que le poids de 70 pouces de mercure ne peut vaincre : mais ſi on ſecoue alors le tube de façon à cauſer un ébranlement aux parois du tube, & à repouſſer un peu le mercure, l'attraction s'affoiblit alors, le poids du mercure prévaut, & il deſcend à la hauteur à laquelle il ſe contient ordinairement dans le barometre.

§. MMLXVIII. Lorſqu'on laiſſe en ſituation le tube de *Toricelli*, dans un endroit quelconque, on s'apperçoit que la hauteur de la colonne de mercure ſouffre des variations, qu'elle devient tantôt plus longue, tantôt plus courte; différence qui eſt beaucoup plus grande que celle que pourroit occaſionner la raréfaction du mercure, produite par une plus grande chaleur de l'atmoſphere, quoiqu'il ſoit cependant vrai de dire que le mercure ſe raréfie par la chaleur, & s'éleve davantage dans le tube, & qu'il ſe condenſe par le froid, & deſcend dans le tube, en y conſervant toujours ſon même poids. *Toricelli* fut le premier qui s'apperçut, en 1645 ou en 1646, des variations que la colonne de mercure ſouffroit dans ſa longueur. La plus petite hauteur de la colonne de mercure dans le tube de *Toricelli*, que j'ai obſervée en Hollande, eſt de 27 pouces 2 lignes rhenan; mais en 1694, au commencement de Novembre, j'obſervai que la colonne de mercure n'avoit que 26 pouces 10 lignes, dans un tems où le vent étoit très violent. Je n'ai pas obſervé que cette colonne ſe ſoit élevée de plus de 30 pouces rhénan, par conſéquent les bornes de ſes variations ſont compriſes dans l'eſpace de 3 pouces rhenan. Le célebre *Graaff*, en 19 années d'obſervations, a remarqué, à Petersbourg, que ces bornes étoient compriſes dans l'eſpace de 2 pouces $\frac{77}{100}$, meſure de Londres (1). La hauteur moyenne du barometre, à Leyde, eſt de 29 pouces rhénan.

§. MMLXIX. Il eſt conſtant que le mercure s'élevera d'autant plus dans le tube, que celui de la cuvette aura à ſupporter un plus grand poids, & qu'il s'abaiſſera d'autant plus dans ce même tube, que celui de la cuvette ſera moins preſſé, quoique la chaleur demeure conſtamment la même. Or,

(1) Comm. Petrop. T. 9. p. 359.

comme cette différence dans la longueur de la colonne va à 3 pouces, cette différence sera, à l'égard de la pression entiere, & même de la plus grande pression, qui équivaut à 30 pouces $\frac{1}{10}$, comme 1 : 10; car 1 : 10 : : 3 : 30.

§. MMLXX. Mais il est à propos que je rapporte ici, en peu de mots, pourquoi le mercure est tantôt plus, tantôt moins comprimé. Il est plus comprimé, lorsque l'air devient plus pesant; ce qui dépend des causes suivantes :

1°. Lorsque différens vents soufflent les uns contre les autres, vers un même lieu, au-dessus de certaines régions qui ne sont pas éloignées les unes des autres, ils amassent beaucoup d'air au même endroit; ce qui rend l'atmosphere qui se trouve au-dessus de ce pays, beaucoup plus pesant & en même-tems beaucoup plus élevé. Les vents paroissent être la principale cause des changemens qui surviennent dans l'atmosphere, & des différentes hauteurs du mercure dans le barometre, ainsi que M. *Cassini* (1) l'a démontré par plusieurs observations; car on ne remarque presque point de variation dans la hauteur du barometre dans les régions situées entre les deux tropiques, où le vent d'Est souffle toujours & avec uniformité, ainsi que M. *Halley* nous l'apprend d'après ses propres observations, & d'après celles de plusieurs autres (2). Les Jésuites ont confirmé cette observation; car ils ont observé que la hauteur du barometre entre les tropiques, étoit pour l'ordinaire de 26 pouces 6 lignes de Paris, ou de 27 pouces 5 lign. rhenan, & qu'il s'élevoit jusqu'à 26 pouces 11 lignes de Paris, ou 27 pouces 10 lign. rhenan (3); la différence n'est donc que de 5 lign. *M. de la Condamine* a observé, dans la partie maritime du Royaume du Pérou, que la hauteur du barometre étoit de 28 pouces 0 lignes, & que lès variations n'alloient à peine qu'à 2 $\frac{1}{2}$ lign. ou 3 lignes (4). Cependant, suivant les observations de *Feuillée*, faites auprès de Lima, la variation devroit être de 7 lignes. Dans la ville de Quito, qui est bâtie sur le sommet de la Cordeliere, la hauteur du barometre n'exceda point une ligne & demie dans sa variation, & cette observation fut faite pendant plusieurs années; mais dans cet endroit la hauteur du barometre n'est que de 20 pouces $\frac{1}{4}$ lign. Dans Batavia, situé dans l'isle de Java, la variation du barometre ne va qu'à 2 lign. $\frac{1}{2}$ ou 3 lign. dans le courant d'une année, ainsi qu'on l'a appris par des observations fort exactes; car la plus grande hauteur du barometre, en cet endroit, est de 29 pouces 5 $\frac{1}{2}$ lignes, & sa plus petite, de 29 pouces 2 lign. $\frac{1}{2}$, mesure de Londres. Sur le Promontoire de Bonne-Espérance, le mercure ne varie pas de 10 lign. A Madeira, la plus grande hauteur du mercure est de 30 pouces $\frac{15}{100}$, mesure de Londres; la plus petite hauteur est de 29 pouces $\frac{1}{100}$. La différence en cet endroit n'est donc que d'un pouce $\frac{14}{100}$, mesure de Londres (5). M. *Godin* fut le premier qui observa que les variations du barometre, qui vont

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1740.
(2) Philos. Trans. n. 181.
(3) Observat. physiq. & Mathématiq. des Indes Orient. pag. 94.
(4) Voyage de la Riviere des Amazonn. & Introd. Hist. p. 162. Bouguer, Voyage au Pérou, pag. 39.
(5) Philos. Trans. Vol. 47. pag. 358.

à $\frac{1}{4}$ de lign. en 24 heures au Pérou, sont assez régulieres & alternatives : on remarque quelque chose de semblable en Afrique, sur le Promontoire de Bonne Espérance ; ce qui vient de la différente température qui y regne le jour & la nuit ; car pendant le jour l'air est échauffé ; il se dilate latéralement en en haut, & il devient plus léger : pendant la nuit il est condensé, & il devient plus pesant. En effet, la plus grande hauteur du barometre s'y fait remarquer vers les 9 heures du matin ; & sa plus petite hauteur s'y fait observer vers les trois heures après midi. On remarque encore un phénomene semblable en Hollande, dans les mois de Juin, Juillet & Août, lorsque le tems est constant ; car depuis le milieu de la nuit jusqu'à 6 & 7 heures du matin, on voit un peu monter la colonne de mercure dans le barometre, & on le voit un peu descendre dans le jour, jusqu'à 10 ou 11 heures du soir. Mais les variations de cet instrument sont bien plus grandes dans les régions polaires, parcequ'il y a des vents qui ne sont point reglés, qui soufflent dans ces régions plus ou moins impétueusement, qui souvent ne soufflent point du tout, qui d'autres fois sont orageux, enfin qui soufflent selon toutes sortes de directions différentes : c'est pour cela qu'on y remarque quelquefois le mercure descendre de deux ou trois pouces dans le tube, lorsqu'un vent orageux souffle, & qu'on le voit remonter ensuite à proportion que la tempête diminue. Si on le voit monter subitement, la tempête sera de peu de durée, & l'état actuel de l'atmosphere changera promptement. Mais lorsque le mercure monte depuis 29 pouces 2 lignes jusqu'à 29 pouces 10 lignes, il n'arrive pas pour cela de grands changemens dans l'atmosphere : il arrive même souvent que la sérénité du tems diminue, que le jour baisse, quoiqu'il ne survienne point de vent ; mais le tems devient paresseux. Lorsque deux vents contraires soufflent dans un même endroit, l'air se rassemble, s'accumule dans un endroit intermédiaire, qui est calme, là il déploie son poids sur tous les corps qui lui sont soumis, & on voit monter fort haut le mercure dans le tube.

2°. Nous observons chez nous que l'air s'y accumule lorsqu'un vent de Nord-Est souffle, parceque ce vent réfroidit l'air & le condense. *Th. Shaw* a observé la même chose dans le Royaume d'Alger (1), parcequ'alors l'air supérieur des contrées latérales vient s'emparer de la partie supérieure de l'atmosphere, que le froid condense & fait baisser ; or ce nouvel air joint son poids & sa pression à celle de l'atmosphere ; mais le vent de Sud-Ouest résiste encore au Nord-Ouest. Ce Sud-Ouest est un vent de Sud Est, qui vient des parties septentrionales de l'Amérique, pour se porter en Europe, & qui souffle continuellement, ce qui fait encore une nouvelle cause qui concourt à surcharger l'atmosphere.

3°. On remarquera encore le mercure s'élever dans le barometre, s'il regne un vent qui souffle à la partie supérieure de l'atmosphere, & qui se dirige vers la surface de la terre, parcequ'alors il comprime l'air qui est au-dessous, selon une direction semblable à la sienne ; & ce fluide, ainsi pressé, déploie la pression contre la colonne de mercure, & agit contr'elle de la même maniere que si son poids étoit augmenté.

(1) Travels to Barbary. p. 218.

4°. Lorſque l'air eſt condenſé par le froid, la hauteur de l'atmoſphere diminue; mais elle en devient plus peſante, en ſuppoſant même qu'il ne ſurvint point de nouvel air au-deſſus; 1°. parceque ſa force centrifuge diminue; 2°. parceque ſa gravité augmente (§. 288 & 506): c'eſt pour cette raiſon que, lorſqu'il fait très froid & qu'il gele pendant l'hiver, on voit le mercure du barometre à une plus grande hauteur qu'on ne l'obſerve pendant l'été. Les obſervations que j'ai faites à Leyde, pendant l'eſpace de 30 ans, m'ont toujours fait remarquer que la plus grande hauteur du barometre arrivoit pendant les mois d'Octobre, Novembre, Décembre, Janvier & Mars, & j'ai obſervé ſouvent que la colonne de mercure ne s'élevoit jamais ſi haut que dans le mois de Janvier. *Lambert* obſerve qu'on remarque en Suiſſe un ſemblable phénomene. Il eſt bon cependant d'obſerver que ce n'eſt point une loi conſtante à Leyde, que le mercure continue à deſcendre dans le barometre, depuis le mois de Janvier juſqu'en Juillet, & que ſa hauteur continue à augmenter depuis le mois de Juillet juſqu'en Janvier; quoique je ne nie point que ce phénomene n'ait lieu en Suiſſe, j'ai néanmoins ſouvent remarqué que le mercure étoit extrêmement haut dans le barometre pendant l'hiver, comme à la hauteur de 29 pouces 8 à 9 lignes, & même plus, & que dans ce tems la gelée étoit très modérée; mais que lorſque le mercure deſcendoit juſqu'à 29 pouces, ou 29 pouces 1 ou 2 lignes, la gelée & le froid augmentoient. Ce phénomene viendroit-il de ce que les parties de la région ſupérieure de l'atmoſphere, qui eſt toujours plus froide que celle qui eſt dans le voiſinage de la ſurface de la terre, ſe précipiteroient vers la ſurface de ce globe, & apporteroient avec elles la gelée & le froid?

5°. Le poids de l'atmoſphere augmente encore néceſſairement lorſqu'il s'éleve beaucoup de vapeurs & d'exhalaiſons, & ce poids augmente de tout celui que ces vapeurs portent avec elles: par conſéquent lorſque l'air reſte long tems tranquille, ſans être agité d'aucun vent, il ſe remplit de vapeurs & d'autres exhalaiſons qui s'élevent continuellement de la terre; il devient plus peſant, il preſſe davantage la colonne de mercure, il la fait monter, & ce phénomene s'obſerve également en hiver & en été.

6°. Si le reſſort de l'air eſt augmenté, mais ſur-tout dans la région inférieure ou moyenne de l'atmoſphere, alors tous les corps qui ſeront au-deſſous, ſeront plus preſſés, ainſi que le mercure contenu dans le tube du barometre. Or le reſſort de l'air peut être augmenté, par certaines exhalaiſons qui s'élevent de la terre, par le feu du ſoleil, par le feu ſouterrain, & par quantité d'autres cauſes.

§. MMLXXI. Le mercure ſera moins preſſé dans le tube du barometre, lorſque l'atmoſphere deviendra moins peſant: cela arrive, 1°. lorſque, par le moyen de certains vents violens, ou des exhalaiſons qui produiſent entr'elles une eſpece d'effervеſcence, une partie de l'air eſt pouſſée hors de ſa place, où il ſe forme alors comme une eſpece de vuide; & quoique l'air ſupérieur ſe précipite d'abord en bas pour remplir ce vuide, cependant cette atmoſphere, ainſi diminuée, preſſe moins la région qui ſe trouve ſituée au-deſſous, & il faut par conſéquent que le mercure baiſſe dans le tube du barometre. On remarque que cet effet a lieu dans un tems d'orage; car,

lorſqu'on

lorsqu'on entend un rude coup de vent au-dessus de l'endroit où on est placé, & qu'on considere en même tems le barometre, on voit alors baisser le mercure, & on le voit remonter ensuite lorsque le vent ne souffle plus; ce que l'Ingénieux *Hauxbée* (1) a démontré par une expérience analogue à ce vent. Lors donc que le coup de vent est passé, l'air se rejette d'abord de tous côtés vers cet endroit; ce qui rend à l'atmosphere la pesanteur qu'elle avoit auparavant, & fait remonter promptement le mercure.

2°. Le mercure baisse dans le tube, lorsque l'air se purifie de toutes les vapeurs & exhalaisons dont il se trouve rempli; c'est pour cette raison que le mercure est plus bas dans le barometre, en tems de pluie. Il faut cependant remarquer que la pluie qui tombe ne peut point être regardée comme une cause qui produise de grandes chûtes à la colonne de mercure; car il pleut entre les tropiques; il pleut même avec abondance, en certains tems, dans certaines régions, sans qu'on observe un grand changement dans l'élévation de la colonne de mercure, puisque sa hauteur ne varie alors que d'une ligne ou d'une ligne & demie. On remarque outre cela qu'il pleut beaucoup en Hollande, & s'il y tombe six lignes d'eau, l'atmosphere, déchargée du poids de cette eau, ne diminue sa pression contre la colonne de mercure qu'au point de la faire baisser de $\frac{3}{7}$ de ligne; ce qui ne fait pas une chûte considérable. Par conséquent si on voit que la colonne de mercure baisse de plusieurs lignes en tems de pluie, il ne faut pas chercher la cause de ce phénomene dans la chûte de la pluie, il dépend certainement de toute autre cause. Peut être la chûte de la pluie, ainsi que celle du mercure dans le barometre, dépendent elles des mêmes causes; comme, par exemple, si un vent souffle entre la surface de la terre & une nuée, ce vent chasse devant lui l'air intermédiaire, & fait que la pression de l'atmosphere devient moindre sur le mercure du barometre; il fait aussi que la nuée n'étant plus soutenue par l'air qui vient d'être dissipé, se précipite & lâche son eau, & alors la chûte du mercure dans le barometre doit précéder la pluie, ce qui est conforme aux observations.

3°. Il y a des vents qui soufflent de bas en haut; ils font monter l'atmosphere, & ils diminuent par conséquent sa pression contre notre globe. On observe en effet que lorsqu'il regne certains vents, le mercure se tient alors plus bas dans le barometre; ce qui arrive souvent en Hollande, lorsque les vents de Sud & de Sud Est soufflent. La chaleur que ces vents portent avec eux, concourt aussi à ce même phénomene.

4°. Si l'air se raréfie par la chaleur, & que l'atmosphere devienne plus haute, quoiqu'elle soit toujours composée de la même masse, elle doit devenir plus légere, & comprimer par conséquent moins les corps qui sont au dessous (§. 288, 506); le mercure sera donc alors moins pressé; outre cela l'air élevé jusqu'aux derniers confins de l'atmosphere, se répandra de tous côtes; ce qui diminuera d'autant la pression de la colonne d'air qui répond à celle du mercure compris dans le barometre.

5°. Si le ressort de l'air diminue en quelqu'endroit que ce soit, soit par les exhalaisons, par le froid, par les vents, ou par toute autre cause quelcon-

(1) Phys. Méch. Experim. Exper. Tab. 5. fig. 1. p. 113.

que, comme par les éclairs, le tonnerre, les vapeurs qui s'élevent du sein de la terre, sur-tout lorsqu'il se fait quelque mouvement dans ce globe, soit par la gravitation du soleil ou de la lune, &c.

J'ai observé, pendant 30 ans, que la plus petite hauteur du mercure dans le barometre, se faisoit remarquer pendant les mois d'Octobre, Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars & Avril.

Peut-être y a-t-il ici plusieurs causes qui concourent à ce phénomene : quoi qu'il en soit, celles que nous venons d'indiquer peuvent avoir un nombre infini de différens degrés d'intensité. Plusieurs de ces causes peuvent conspirer ensemble au même effet ; elles peuvent être opposées entr'elles, ce qui doit produire différens degrés d'élévation à la colonne de mercure comprise dans le barometre.

§. MMLXXII. Il paroît, par tout ce que nous avons dit, que les différentes hauteurs du mercure dans le barometre ne peuvent point nous indiquer les changemens qui doivent survenir à la disposition actuelle du tems ; mais qu'elles ne peuvent indiquer que la situation présente de l'atmosphere, & même seulement quelle est la force avec laquelle il presse les corps qui sont à la surface de la terre. Il y a quelquefois certains phénomenes dans l'atmosphere, qui accompagnent la chûte ou l'élévation du mercure, lorsque les uns & les autres dépendent de la même cause ; mais ces phénomenes ne sont pas toujours les mêmes, parceque la constitution de l'atmosphere varie ; &, à proprement parler, nous ne pouvons juger sûrement que de cette constitution actuelle, par les indications du barometre ; d'où il suit qu'on ne peut point avoir de regles certaines pour prévoir le beau ou le mauvais tems, ainsi que je puis l'affirmer d'après des observations faites pendant une longue suite d'années, & que M. *de Fontenelle* l'a soupçonné autrefois. Voici néanmoins quelque chose de certain, qu'une longue expérience & des observations faites avec soin, nous ont appris. Si le mercure, après s'être élevé considérablement dans le tube, lorsque le tems est serein, descend ensuite d'une grande quantité, le jour suivant le ciel sera couvert de nuages, parceque les vapeurs qui se seront élevées dans un air plus léger, n'étant point dissipées, se rassembleront & formeront des nuages. Si le mercure continue encore à descendre, on aura de la pluie, & elle sera d'autant plus abondante, que le mercure descendra davantage & plus promptement ; le tems ne deviendra point après cela serein, que le mercure ne soit considérablement remonté, que l'air ne soit devenu plus dense, plus pesant, & que les vapeurs ne se soient distribuées dans l'atmosphere. Si, lorsque le mercure est bas, il neige, ou qu'il pleuve ou qu'il grêle, & que le mercure commence alors à remonter, on verra bientôt renaître un tems plus gracieux. Au contraire, si le mercure descend avec rapidité lorsqu'il pleut, le tems deviendra de plus en plus mauvais, on sera menacé d'une tempête prochaine : & lorsque la tempête a lieu, & que le mercure ne remonte pas, cette tempête continuera, & ne diminuera pas que le mercure ne commence à s'élever. Si le barometre est situé dans un endroit où il n'y a point de vapeurs ni d'exhalaisons, mais où le ressort de l'air souffre quelqu'affoiblissement, où il soit moins pressé, le tems demeurera serein, quoique le mercure descende. Si le ciel est couvert de nuages, mais que le ressort de l'air soit augmenté,

ou que la pression devienne plus grande, alors les nuages se dissipent pour l'ordinaire, le tems devient serein & le mercure monte dans le tube. La sérénité du tems & l'élévation du mercure sont deux effets qui accompagnent une même cause, mais qui sont indépendans l'un de l'autre : si, lorsque le poids de l'atmosphere augmente, les nuages ne se dissipent point, le ciel demeurera sombre & couvert, quoique le mercure s'éleve considérablement dans le barometre.

Il suit de-là que le tems peut être serein, quoique le mercure soit bas, qu'il peut se faire également qu'il y ait quelques nuages, que le tems soit pluvieux, ou venteux, ou paresseux. Pareillement lorsque le mercure est très élevé, il peut aussi se faire que le tems soit serein, ou que le ciel soit couvert de nuages, ou que le tems soit pluvieux, venteux ou paresseux : c'est ce que j'ai remarqué pendant long-tems, en observant régulierement le barometre & le ciel. Or il y a plusieurs causes qui peuvent augmenter ou diminuer le ressort de l'air : ces différentes causes agissent en partie solitairement, quelquefois plusieurs concourent au même effet : mais personne ne connoît parfaitement ces causes, & ne peut les dénombrer exactement. Le célebre *Holmann* & plusieurs autres (1) ont traité cette matiere d'une maniere fort étendue. L'habile M. *Graaff*, après plusieurs observations qu'il a faites à Petersbourg, nous assure qu'il est pleinement convaincu que lorsque la lune commence à paroître le soir, elle dissipe les nuages qui ont obscurci le ciel tout le jour précédent, & que le tems devient alors très serein (2).

§. MMLXXIII. Les variations du mercure dans le barometre, sont toujours plus grandes en hiver qu'en été : c'est ce qu'on remarque non-seulement en Hollande, mais encore à Petersbourg, en Suisse, si on s'en rapporte au témoignage de *Scheuchzer* & *Lambert* (3). On remarque encore la même chose sur le promontoire de Bonne-Espérance : ces variations sont encore plus grandes dans les Pays froids que dans ceux qui sont chauds.

1°. Parcequ'un air froid est toujours plus dense qu'un air chaud, & conséquemment il est plus propre à soutenir une plus grande quantité de vapeurs qui le rendent plus pesant en le surchargeant, & il devient plus léger lorsqu'il en est déchargé. On observe aussi que les mois d'hiver sont plus pluvieux, & que le mercure s'éleve moins dans le barometre pendant ce tems.

2°. Sur la fin de l'automne, en hiver, & même au commencement du printems, on éprouve la fureur des vents les plus impétueux, tandis que pendant l'été l'air est plus tranquille : or les plus grands changemens qui surviennent à l'atmosphere dépendent des vents, l'élasticité de l'air en est augmentée ou diminuée, des masses d'air entieres sont chassées de leur place ; l'atmosphere, devenant plus légere en ces endroits, comprime moins le mercure. Les vents peuvent aussi accumuler des masses d'air ; ils condensent l'atmosphere lorsqu'ils soufflent selon des directions contraires : l'atmosphere devenant alors plus pesante, comprime davantage le mercure, & il

(1) Gobertus de Barometris. Jacob. Bianhy. Observat. Physiq. sur les Barom. Philos. Transf. n. 492.

(2) Comm Petrop. Vol. 11. pag. 244.

(3) Comm. Petrop. Vol. 11. pag. 242.

arrive encore la même chose lorsque le ressort de l'air augmente. Comme dans les endroits qui sont proches des pôles, l'air est très froid & très dense; les deux causes dont nous venons de parler, ont sur-tout lieu dans ces endroits, & font que les variations qui surviennent à la colonne de mercure, & qui dépendent de la pression de l'atmosphere, sont bien plus fréquentes dans les Pays froids que dans les Pays chauds. On observe à Leyde que les variations du mercure sont très petites dans le mois de Juin & de Juillet; mais aussi il arrive rarement qu'aucun vent fougueux se fasse sentir en ce tems.

§. MMLXXIV. Il faut aussi observer qu'un barometre fait en partie l'office d'un thermometre; parceque le mercure se dilate par la chaleur, & se condense lorsqu'il fait froid : par conséquent si l'atmosphere se trouve aussi pesante en hiver qu'en été, le mercure ne sera point à la même hauteur dans le tube pendant ces deux saisons; mais il sera plus bas en hiver, & plus haut en été. Si, pendant l'hiver, lorsque l'eau commence à se glacer, la colonne de mercure a 29 pouces d'élévation dans le barometre; l'été, lorsqu'il y aura 90 degrés de chaleur dans l'atmosphere, si sa pression est la même, la colonne de mercure aura alors 29 pouces 4 $\frac{2}{10}$ lignes d'élévation. D'où il suit que quiconque veut connoître exactement le poids & la pression de l'atmosphere, ne doit point s'en rapporter seulement à la hauteur du mercure dans le barometre, à moins qu'il ne fasse en même-tems attention à la température de l'atmosphere, ainsi que *Amontons* le remarqua très bien autrefois, en supposant que le mercure, en France, augmente d'$\frac{1}{115}$ de son volume, en passant du plus grand froid à la plus grande chaleur que l'atmosphere y éprouve (1). C'est pour cette raison qu'il faut toujours consulter le thermometre conjointement avec le barometre; mais outre cela la différente pureté du mercure qu'on emploie pour construire cet instrument, la différente dureté du verre dont on fait usage, qui le rend propre à se raréfier plus ou moins par le même degré de chaleur, la différente force répulsive de ce verre, les aspérités plus ou moins grandes de sa surface intérieure, & quantité d'autres circonstances, font que nous ne pourrons jamais atteindre au degré de perfection qu'on desire dans ces sortes d'observations, ainsi que nous le démontrerons par la suite.

§. MMLXXV. Lorsque le tube du barometre est ample, & que le mercure commence à descendre, la surface supérieure de ce fluide cesse d'être ronde; elle devient plane, tandis que le mercure qui touche les parois du tube est encore en mouvement : d'où il suit que les parties du mercure qui forment son axe, & celles qui les environnent, descendent les premieres, celles qui sont autour de l'axe, tombent dans un plus grand espace; enfin lorsque la surface supérieure de la colonne s'est applanie, le mercure qui touche les parois du tube, descend à son tour.

Lorsque le mercure s'éleve, l'axe de la colonne commence à monter, ensuite les parties qui environnent cet axe jusqu'à ce que la partie supérieure de la colonne soit devenue très convexe; enfin toute la colonne monte, à moins que les parties qui environnent l'axe, étant trop hautes, ne tombent

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1704. Journ. des Sav. Août 1760. p. 156.

ſur celles qui les avoiſinent, & que de nouvelles ne viennent remplacer les autres après leur chûte. Doit-on rejetter ſur l'aſpérité de la ſurface intérieure du tube, ou ſur la force répulſive du verre, ou enfin ſur ces deux cauſes priſes enſemble, un phénomene de cette eſpece?

§. MMLXXVI. Comme un pied cubique rhenan de mercure peſe 859 ℔ 8 onces. On peut connoître aiſément par la hauteur du barometre, quelle preſſion l'atmoſphere déploie ſur la ſurface d'un corps d'un pied en quarré, placé ſur la ſurface de la terre.

Comme la plus petite hauteur du barometre eſt, en Hollande, de 27 pouces, le poids de l'atmoſphere ſera = 1933 ℔ 14 onces, & le poids d'un pied quarré de mercure ſur un pouce de haut, ſera = 71 ℔ 10 onces, & ſur une ligne d'élévation, il ſera = 5 ℔ 15 $\frac{1}{2}$ onces: on peut donc aiſément trouver la preſſion de l'atmoſphere pour toute hauteur quelconque du mercure dans le barometre; & c'eſt ce que je vais indiquer dans la Table ſuivante.

27 pouces.	0 lign.	poids ℔ 1933	onces 14
	1	1939	13 $\frac{1}{2}$
	2	1945	13
	3	1951	12 $\frac{1}{2}$
	4	1957	12
	5	1963	11 $\frac{1}{2}$
	6	1969	11
	7	1975	10 $\frac{1}{2}$
	8	1981	10
	9	1987	9 $\frac{1}{2}$
	10	1993	9
	11	1999	8 $\frac{1}{2}$
28 pouces	0	2005	8
	1	2011	7 $\frac{1}{2}$
	2	2017	7
	3	2023	6 $\frac{1}{2}$
	4	2029	6
	5	2035	5 $\frac{1}{2}$
	6	2041	5
	7	2047	4 $\frac{1}{2}$
	8	2053	4

28 pouces.	9 lign.	.	℔ 2059	onces		3 ½
	10	. . .	2065	. .		3
	11	. . .	2071	. .		2 ½
29 pouces.	0	. . .	2077	. .		2
	1	. . .	2083	. .		1 ½
	2	. . .	2089	. .		1
	3	. . .	2095	. .		0 ½
	4	. . .	2101	. .		0
	5	. . .	2106	. .		15 ½
	6	. . .	2112	. .		15
	7	. . .	2118	. .		14
	8	. . .	2124	. .		14
	9	. . .	2130	. .		13 ½
	10	. . .	2136	. .		13
	11	. . .	2142	. .		12 ½
30 pouces.	0	. . .	2148	. .		0 ½

Cette Table suffit pour la Hollande, où on ne voit point la colonne de mercure s'élever plus haut dans le barometre.

§. MMLXXVII. Comme les variations du mercure dans le barometre sont comprises dans des bornes fort étroites ; puisqu'elles ne s'étendent point au-delà de trois pouces, les Physiciens ont imaginé plusieurs moyens pour leur donner plus d'étendue, dans l'espérance de saisir aisément les plus petites variations de l'atmosphere. Je ne parlerai ici, & en peu de mots, que des premieres inventions.

§. MMLXXVIII. Soit le tube ordinaire de *Toricelli* G B A [*Tab.*53.*fig.*11.] plongé perpendiculairement dans une cuvette remplie de mercure jusqu'en G E : les variations de l'atmosphere font parcourir à la colonne de mercure comprise dans ce tube, l'espace A B, qui est de 3 pouces. Soit un second tube E D C F courbé & incliné obliquement selon D F; soient menées les droites A C & B D, paralleles à l'horison. Cela posé, voici comment il faut raisonner. Lorsque le mercure, dans le premier des deux tubes, sera en B, on le remarquera alors en D dans le tube incliné ; & lorsqu'il sera parvenu au point A dans le premier tube, on le remarquera en C dans le second tube : il parcourra donc l'espace D C dans ce dernier tube, tandis qu'il ne parcourra que l'espace B A dans le premier, & l'espace qu'il mesurera dans le tube incliné, sera d'autant plus grand que celui qu'il mesurera dans le tube droit, que le premier sera plus incliné à l'horison ; ce qui rendra les variations du barometre d'autant plus sensibles à proportion ; car ces variations

feront à celles qu'on obfervera dans le tube droit, comme DC : BA. On doit l'invention de cet inftrument à *N. Morland* : cette invention jouit de tout l'avantage qu'on en peut tirer lorfque l'obliquité DC n'eft pas trop grande, & qu'elle ne furpaffe pas plus de 2 ou 3 fois la longueur BA ; car fi elle devient plus grande, l'inftrument devient défectueux ; parceque le mercure attiré par le tube, ne peut point defcendre en vertu de fa gravité refpective, qui devient trop petite fur un plan trop incliné : il demeure donc alors comme immobile fur les parois inclinés de ce tube, & il ne defcend point, à moins qu'il n'arrive de très grandes variations dans le poids de l'atmofphere : on s'apperçoit donc encore plutôt des variations de l'atmofphere dans le tube droit que dans un tube qui feroit trop incliné. Il faut remarquer outre cela, que la furface du mercure qui s'éleve dans un tube incliné, n'acquiert jamais une furface parallele à l'horifon fg [*Tab.* 53. *fig.* 12.] ; mais que fa furface eft convexe khg, femblable à la voûte du tube Z : c'eft pour cela qu'il faut placer au-dehors l'échelle des divifions ; qu'il faut la faire oblique en conduifant des lignes de g en k, & qui foient paralleles. La convexité de cette furface dépend des forces attractives qui agiffent contre la colonne de mercure, & qui partent des parois du tube de f en k, & de m en g.

§. MMLXXIX. *Hook* imagina en 1665 le barometre à cadran, ou *Wheel barometer* ; il eft compofé d'une boule AB [*Tab.* 53. *Fig.* 13.] foufflée à l'extrêmité du tube QDRGF, recourbé vers fa partie inférieure RGF, & ouvert en F : cet inftrument doit être rempli de mercure depuis AB jufqu'en G, de façon qu'il y ait 29 pouces de mercure dans cet efpace. Cela pofé, fi le poids de l'atmofphere vient à augmenter au point de faire monter le mercure de 29 pouces à 30, il defcendra auffi dans ce dernier inftrument d'un pouce ; c'eft-à-dire, de G en R : & lorfque le mercure, dans le barometre ordinaire, defcendra à 27 pouces, il montera alors dans le barometre de *Hook* de G en F. Or, pour que ces variations puiffent avoir lieu dans un barometre de cette efpece, il faut que la boule AB foit très grande, par rapport au diametre du tube : on place dans la cavité du tube FG un cylindre, ou un petit globe de fer ou de verre qui furnage fur le mercure ; ce globe eft attaché à un fil qui paffe par deffus une poulie S, & à l'autre extrêmité duquel on attache un contre poids H plus léger, pour bander feulement le fil & faire mouvoir la poulie : l'axe de la poulie porte une longue aiguille LK, qui décrit le cercle PON, divifé en plufieurs degrés ; lorfque le mercure defcend dans le tube, le globe qui furnage defcend avec lui ; il tire la corde & le contre poids : la poulie tourne, & l'aiguille parcourt plus ou moins de degrés ; fi au contraire le mercure s'éleve dans le tube RGF, le globe s'éleve avec lui, la poulie tourne en fens contraire, ainfi que l'aiguille.

Cette efpece de barometre indique affez bien les variations de la colonne de mercure ; mais il ne fait pas obferver les petites variations auffi promptement que le barometre ordinaire : outre cela, on ne remplit que difficilement ce barometre, & il eft bien difficile de purger exactement d'air le globe AB, à moins qu'on ne faffe un petit trou au globe, par lequel on le rempliffe, & qui donne en même-tems iffue à l'air, & qu'on referme enfuite,

par le moyen d'une petite plaque de métal qu'on mastique sur cet orifice : outre cela, lorsque le fil qui enveloppe la circonférence de la poulie se seche, il s'allonge ; le contre-poids H descend & fait tourner l'aiguille : au contraire, lorsque ce fil s'imbibe d'humidité, il se raccourcit, le globe qui est dans le cylindre, descend, & l'aiguille tourne encore, quoique le poids de l'atmosphere demeure le même dans l'un & dans l'autre cas : ajoûtez encore à cela que l'élévation de la chûte du globe se fait par sauts ; joignez-y encore le frottement de l'axe de la poulie. C'est ce qui fait que cet instrument est plutôt un ornement pour un Cabinet, qu'un moyen de juger comme il faut de la pesanteur de l'air ; aussi l'abandonne-t-on aussi-tôt qu'on le connoît (1).

§. MMLXXX. *Huygens* imagina en 1672 deux especes de barometres, que le célebre *Hubin* construisit en France, & dont il donna la description en 1673. Voici le principal de ces deux instrumens.

Au tube O V [*Tab.* 54. *fig.* 1.], de 25 pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, & recourbé en V D, on adapte des deux côtés un cylindre de verre H O, C D, dont le diametre surpasse dix fois celui du tube ; sur la partie supérieure du cylindre D L S C est monté un second tube perpendiculaire C N : cette machine, étant ainsi construite, si on conçoit que le cylindre supérieur soit rempli de mercure jusqu'en K K, ainsi que le tube courbé & la moitié du cylindre inférieur jusqu'en D L L ; il est constant que le mercure compris dans le cylindre H O, ne pourra descendre d'un pouce de K en R, que celui qui est compris dans le cylindre D L, ne monte à proportion de L en S, & que toute la colonne de mercure, comprise dans le tube R O M, ne devienne plus courte de deux pouces, & conséquemment réduite à la longueur de R I, tandis qu'elle étoit auparavant d'une longueur = R V. Par la construction de cet instrument, si la variation du barometre ordinaire va à trois pouces, elle sera une fois moindre dans le barometre d'*Huygens* ; mais aussi la partie supérieure du cylindre L C, ainsi qu'une partie du tube C N, est remplie jusqu'en G d'eau colorée, avec du verd-de-gris, afin qu'on la puisse distinguer aisément, & mêlée avec un peu d'esprit de nitre pour la garantir de la gelée, enfin couverte de quelques gouttes d'huile d'amandes pour empêcher son évaporation ; par conséquent lorsque le mercure descend dans le cylindre H O, celui qui est compris dans le cylindre D C s'éleve à proportion, & éleve avec lui l'eau qui est au dessus : & si cette eau étoit dépourvue de pesanteur, le mercure, montant d'un pouce en L C, cette eau s'éleveroit de 100 pouces dans le tube ; puisque les capacités sont comme les quarrés des diametres : mais comme la gravité de l'eau = $\frac{1}{14}$ de celle du mercure, 14 pouces d'eau seront en équilibre avec un pouce de mercure : c'est pourquoi on remarquera une variation de 21 pouces, au moins dans la hauteur de la colonne d'eau, qui répondra à la variation de 1 $\frac{1}{2}$ pouce de mercure, renfermé dans l'un & dans l'autre cylindre, & cet instrument sera 7 fois plus mobile que le barometre ordinaire ; avantage que l'Auteur décrit avec complaisance (2).

On peut substituer de l'esprit de vin très rectifié & coloré à la place de l'eau, néanmoins cet instrument n'a point eu de vogue, par rapport aux incommodités auxquelles il est exposé.

(1) Philos. Trans. n. 185. p. 241. (2) Journ. des Sav. ann. 1672. p. 137.

1°. Si on verse de l'huile sur la surface supérieure de la liqueur comprise dans le tube C N, cette huile s'attache à la surface du tube; elle graisse cette surface & elle lui fait perdre sa transparence. 2°. Si on ne met point d'huile sur la liqueur, soit que ce soit de l'eau mêlée avec de l'esprit de nitre, soit que ce soit de l'esprit de vin, cette liqueur s'évapore par l'orifice supérieur du tube CN; & on remarque, dans l'espace d'un an, un déchet très sensible dans cette liqueur. 3°. La chaleur dilate considérablement la liqueur dans le tube LCN, & le froid l'y condense; de sorte que la même quantité de liqueur peut occuper plus ou moins d'espace dans ce tube, & être en équilibre avec un même poids de mercure: car on peut considérer cette machine, prise en LLCSN, comme un véritable thermometre, sur tout si cette capacité est remplie d'esprit de vin; par conséquent on ne pourra connoître exactement la pesanteur de l'air, qu'en mettant à côté un thermometre semblable de comparaison, ou qu'en faisant usage de quelque Table qui indique les variations qui peuvent survenir à cet instrument par le moyen de la chaleur.

§. MMLXXXI. Comme les limites du barometre d'*Huygens* n'étoient point fort étendues, *Hook*, en 1686 (1), & après lui *de la Hire* (2), imaginerent de les étendre davantage, en ajoûtant un troisieme cylindre, de même diametre que les deux autres, afin qu'autant qu'il descend de mercure dans le cylindre inférieur H Z [*Tab.* 54. *fig.* 2.], autant il s'éleve de fluide dans le cylindre D N. On remplit la partie BC du cylindre inférieur, ainsi que la moitié du tube CG, d'huile de tartre par défaillance, & l'autre partie du tube G D, d'huile de pétrole, qui est très légere; le cylindre supérieur X O est rempli à moitié, jusqu'en A, de mercure, ainsi que le tube OSZ, & la partie inférieure du cylindre C Z jusqu'en B, de même que dans le barometre d'*Huygens*. Lorsque le mercure compris dans le cylindre supérieur, descend d'un demi-pouce de A en L, il s'éleve dans le cylindre inférieur de B en H, & l'huile de pétrole s'éleve pareillement dans le troisieme cylindre de K en N, de façon que la hauteur NH = BK. Cela posé, supposons que le diametre du tube CD = 1, & que le diametre de chaque cylindre = 9, leurs capacités seront entr'elles :: 1 : 81. Supposons donc que le tube CD ait plus de 80 pouces de longueur lorsque le mercure montera d'un demi-pouce de B en H, l'huile de pétrole s'élevera de G en D à la hauteur de 40 pouces; & lorsque le mercure descendra dans le cylindre inférieur d'un demi-pouce de B en R, l'huile de pétrole descendra de G en I: & conséquemment le mouvement de la liqueur dans ce barometre, sera de 80 pouces, tandis que le mercure compris dans le premier cylindre & dans celui du milieu, ne fera qu'un pouce de chemin: ce qui arrivera lorsque la colonne de mercure d'un barometre ordinaire variera de deux pouces. Cette invention est extrêmement belle, lorsqu'on fait usage de trois fluides dont les gravités spécifiques soient très différentes, qui ne s'attachent point aux parois intérieures du tube, dans lequel ils se meuvent, qui ne se mêlent point ensemble pendant leur mouvement dans le tube D I, & qui ne s'évaporent point par l'orifice supérieur Q. Mais le pétrole du mont Zibin, qui est très propre à cet effet, eu égard à sa légéreté, est si volatil, qu'il se dissipe

(1) Transf. Phil. n. 185. p. 242. (2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1708.

entierement en 2 ou 3 ans. *Hook* faisoit autrefois usage de mercure, d'esprit de vin & d'huile de térébenthine ; mais ce dernier liquide s'épaissit en peu de tems, & s'attache trop à la surface du verre qu'il obscurcit.

§. MMLXXXII. *Amontons* (1) publia en 1695 le barometre suivant : A B [*Tab.* 54. *fig.* 3.] est un tube conique, dont le plus grand diametre B n'excede pas une ligne, & construit de maniere qu'une quantité de mercure propre à remplir la partie la plus étroite A C, de 30 pouces de longueur, puisse aussi remplir la partie inférieure D B de 27 $\frac{1}{6}$ pouces. Si toute la longueur du tube = 45 pouces lorsque le mercure s'élevera à sa plus grande hauteur = 30 pouces dans le barometre ordinaire, le mercure compris dans le barometre d'*Amontons* remplira la partie C A ; & cette colonne C A de mercure de 30 pouces de longueur, sera en équilibre avec une colonne de 30 pouces dans le barometre ordinaire : mais si la colonne de mercure d'un barometre ordinaire descend à la hauteur de 27 $\frac{1}{6}$ pouces, le mercure du barometre d'*Amontons* remplira la partie D B, longue de 27 $\frac{1}{6}$ pouces ; parceque cette colonne est en équilibre avec une semblable colonne de 27 $\frac{1}{6}$ pouces, comprise dans un barometre ordinaire. Par conséquent l'espace compris entre la partie supérieure ou la voûte du tube A, & la partie supérieure D du mercure est de 17 $\frac{1}{6}$ pouces : & c'est cet espace que le mercure parcourt dans les variations auxquelles il est exposé.

Le mouvement du mercure, dans ce barometre, est donc près de six fois plus sensible que dans un barometre ordinaire: quelques-uns ont donné à ce barometre le nom de *barometre de mer* ; parceque les Marins peuvent le conserver aisément renversé, & qu'il ne peut recevoir aucun dommage des mouvemens du vaisseau, & que lorsqu'on en veut faire usage, il ne s'agit que de le mettre un moment dans la situation A B. Il faut cependant avoir une attention singuliere à ce qu'il ne s'échappe aucune goutte de mercure par l'orifice B ; parcequ'alors la colonne de mercure, devenant plus légere, n'est plus en état d'équilibrer la pression de l'atmosphere, si ce n'est lorsque cette colonne doit se porter au haut du tube. En second lieu, il faut observer que le frottement que le mercure est obligé d'éprouver dans son mouvement lorsqu'il parcourt la longueur du tube, le rend moins mobile : ce frottement fait aussi que lorsqu'on occasionne des vibrations à la colonne de mercure, il arrive rarement que cette colonne se fixe à la même hauteur : lorsque ces vibrations sont finies, on remarque qu'elle est tantôt plus haute, tantôt plus basse. En troisieme lieu, l'air ayant accès par l'ouverture B, dépose sur la surface intérieure de ce tube & les humeurs & les sels dont il est chargé : cette surface en devient inégale, raboteuse, & elle diminue une partie de la facilité avec laquelle la colonne de mercure descend ; elle fait que les parties de cette colonne se divisent & se séparent les unes des autres, de sorte qu'on ne peut plus bien juger de la véritable hauteur du mercure.

§. MMLXXXIII. Le célebre *Dominique Cassini*, & après lui *Jo. Bernouilli*, imaginerent d'employer un tube plus large A B [*Tab.* 54. *fig.* 4.], un peu courbé à sa partie inférieure B H, à l'extrêmité de laquelle ils adapterent un tube plus mince, horisontal, & ouvert en H C, courbé par en-

(1) Amontons, Remarq. & Exper. physiq.

haut à son extrêmité C ; la capacité de ce dernier tube doit être telle, qu'elle puisse être remplie entierement par une quantité de mercure qui occuperoit dans le tube AB la longueur de $2\frac{5}{6}$ pouces ; mais si le tube AB n'est pas aussi large qu'on le rapporte ici, on ajoûte à sa partie supérieure le cylindre de verre AL, qui ait, avec le tube HC, la proportion que nous venons d'indiquer.

Cela posé, si la colonne de mercure est autant haute qu'elle puisse être, comme en D, & qu'elle soit en H dans le petit tube, cette colonne HD sera de 30 pouc. de longueur. Supposons maintenant que cette colonne descende de D en G $= 1\frac{5}{12}$ pouce, le mercure refluera dans le petit tube horisontal, & parviendra de H en E, & la colonne GH sera $= 28\frac{7}{12}$ pouces ; que le mercure descende encore de G en L, la longueur de cette colonne sera $= 27\frac{1}{6}$ pouces, & la quantité de mercure écoulée de D en L, remplira tout le tube HC : on peut donner à ce dernier tube la longueur qu'on juge à propos, & par ce moyen on se procure un barometre très mobile, pourvu que le cylindre AL, $= 2\frac{5}{6}$ pouces, égale la capacité du tube HC. Le frottement du mercure contre le tube CH, & l'attraction qu'ils exercent l'un contre l'autre, rendent cet instrument beaucoup moins mobile qu'il ne le paroît au premier abord ; les variations néanmoins de cet instrument, sont beaucoup plus grandes que celles qu'on remarque dans le barometre ordinaire ; mais elles se font par saut. Les moindres variations sont sensibles dans le barometre ordinaire ; mais dans celui ci, elles ne le sont point sur-le-champ, les globules de mercure se divisent souvent, & se séparent les uns des autres : la partie intérieure du tube est exposée aux injures de l'air, & il y porte souvent des corps étrangers & des ordures dont il est chargé ; parceque l'orifice C doit être ouvert, & laisser un libre passage à l'air.

§. MMLXXXIV. Comme le tube du barometre ordinaire doit avoir plus de 30 pouces de longueur, *Fahrenheit* tenta en 1725 de le raccourcir de la maniere suivante.

A P [*Tab.* 54. *fig.* 5.] est une boule de verre soufflée à l'extrêmité du tube P M B Q, à l'extrêmité Q duquel est soudée une seconde boule Q V, d'où part un second tube V O D E F, à l'extrêmité duquel est aussi soufflée une troisieme boule G R, à laquelle on adapte un troisieme tube R N H S, qui se termine comme les autres par une boule S T, d'où part le quatrieme tube T L ; de sorte que cet appareil ressemble à un double barometre d'*Huygens*. La partie A P M B Q C, ainsi que la partie G N H S K de cet instrument, est remplie de mercure ; de sorte que les deux colonnes de mercure A M & G N, toutes deux prises ensemble, égalent en longueur la colonne de mercure d'un barometre ordinaire ; & conséquemment que tout cet appareil est presque sous-double en longueur d'un barometre ordinaire : or les deux petites colonnes de mercure dont nous venons de parler, font équilibre au poids de l'atmosphere. Mais pour que ces deux colonnes se réunissent, on remplit la partie C V O D E F G de lessive, & la partie K T L d'esprit de nitre teint sur du verd de gris. Cela posé, de même que les variations du barometre d'*Huygens* s'étendent dans un espace de 21 pouces ; pareillement celles du barometre de *Fahrenheit* ont les mêmes dimensions de K en L ; car le poids du fluide qui occupe la partie D O, est en équilibre avec celle qui occupe l'es-

pace F G; mais la partie O V C presse le mercure, qui remplit le tube M A; & détruit une partie de son action : c'est pour cela que la colonne de mercure A M + G N — OC de lessive est en équilibre avec le poids de l'atmosphere; mais ce poids venant à augmenter, l'esprit de nitre cede à son effort, & descend dans le tube L T jusqu'en K · le mercure K S descend aussi, & se porte en R G; il descend aussi un peu en C Q pour se porter en P A : & lorsque le poids de l'atmosphere diminue, le mercure descend de A P, & s'éleve en CQ; il descend aussi en G R, & il s'éleve en S K : & conséquemment l'esprit de nitre monte dans le tube T L. Telle est la description de cet instrument, qui est exposé aux mêmes inconvéniens que le barometre d'*Huygens*, & même à un plus grand nombre; parceque le fluide GFEDOVC se dilate par la chaleur, & se condense par le froid : & encore parcequ'il séjourne dans la partie E du tube une portion d'air qu'on ne peut évacuer.

§.MMLXXXV. D'autres Physiciens ont imaginé & décrit plusieurs autres barometres, moins célebres que ceux que nous venons de décrire (1), qui ne me paroissent pas mériter de trouver place ici, & dont la description nous feroit passer les bornes que nous nous sommes prescrites.

Il suit manifestement de ce que nous venons de dire, que le barometre simple est encore le meilleur que nous connoissions, & le plus propre à faire des observations exactes, en supposant qu'il soit construit avec tout le soin qu'il exige. Pour construire donc un bon barometre simple, il faut prendre d'excellent mercure bien purgé d'air & d'humidité; ce à quoi on parvient en le faisant bouillir dans une fiole de Chymie à long col, ayant soin de le remuer & de l'agiter lorsqu'il bout; il faut avoir soin outre cela qu'il ne reste aucune molécule d'air entre la surface du mercure & la voûte du tube. J'ai indiqué, dans mes Dissertations physiques, comment il falloit s'y prendre pour y parvenir. Néanmoins il faut encore observer qu'il est indispensablement nécessaire que la surface intérieure du tube soit extrêmement propre; qu'il n'y ait aucune ordure ni aucune molécule d'air qui y soit adhérente : il est très bon de laver pendant long tems l'intérieur de ce tube avec de l'esprit de vin, ou du vin, & de la potée très subtile; par ce moyen on emportera toutes les aspérités qui pourroient se trouver à la surface intérieure : enfin il faudra le frotter pendant long-tems avec de la mine de plomb pulvérisée; ce qui fera que la force attractive du verre contre le mercure sera considérablement diminuée. Les choses étant ainsi disposées, on remplira ce tube avec le mercure dont nous venons de parler; & pour cet effet, on empruntera le secours d'un petit entonnoir de verre, dont la queue se terminera en tube capillaire : cette queue doit être assez longue pour atteindre jusqu'à la voûte du tube; il faudra choisir un tems serein & très sec pour construire cet instrument, & faire bien chauffer le tube, ainsi que le mercure : il faut aussi faire attention à ce que l'entonnoir du tube capillaire soit toujours plein, & élever insensiblement cet entonnoir, de sorte que sa queue soit toujours plongée d'environ 3 pouces au dessous de la surface du mercure qui aura pénétré dans le tube; car sans cette attention, on courroit risque de casser l'entonnoir en

(1) Desaguilliers Course of Experim. Philos. Vol. 2. L. 10. Martin Phil. Britann. Vol. 2. p. 14 & 15.

le retirant. En ſuivant exactement cette méthode, on parviendra à conſtruire un barometre plus mobile & plus exact que ces ſortes de barometres ordinaires n'ont coutume de l'être; & on ne remarquera aucun globule d'air diſſéminé dans la longueur de la colonne.

§. MMLXXXVI. Si on veut ſe contenter d'une moindre exactitude, il ne s'agit que de verſer le mercure dans le tube avec un entonnoir quelconque, qui ſe termine en tube capillaire; par ce moyen on empêchera pluſieurs bulles d'air de ſe diſſeminer dans la colonne de mercure; on laiſſera enſuite environ un pouce de vuide vers l'orifice du tube, on le renverſera, pour faire tomber le mercure; la bulle d'air traverſera la colonne de mercure & s'élevera juſqu'au haut du tube, & elles raſſemblera toutes les autres bulles diſſeminées dans la longueur de la colonne: en répétant cette manœuvre une ſeconde fois, on parviendra à purger aſſez bien d'air la colonne de mercure, & le tube ſera bientôt rempli & aſſez exactement pour pluſieurs obſervations. Il paroît, par cette expérience, qu'une bulle d'air en entraîne une autre avec elle, & conſéquemment que l'air n'eſt pas totalement dépourvu de forces attractives.

§. MMLXXXVII. Comme on ne peut pas toujours juger exactement à l'œil de la véritable hauteur du mercure dans le barometre, il y a pluſieurs Phyſiciens qui font uſage d'une échelle ſous diviſée; cette échelle eſt tracée ſur une lame mobile, & tellement graduée qu'on peut, par ſon moyen, meſurer la centieme partie d'un pouce. Il faut voir ſur cela la figure qui ſe rapporte à la pag. 17 du ſecond volume de la Philoſ. Britannique de *Martin*.

§. MMLXXXVIII. Quoique les barometres ſimples ſoient conſtruits avec toute l'exactitude poſſible, il ne s'enſuit pas pour cela que la colonne de mercure ſe trouve à la même hauteur dans les uns & dans les autres. La différence eſt quelquefois d'une, quelquefois de deux lignes: c'eſt un phénomene qu'on peut aiſément prévoir, ſi on fait attention aux phénomenes des tubes capillaires rapportés (§. 1046). En effet, la ſurface du mercure ſtagnant dans la cuvette, eſt plus haute que celle d'une quantité de mercure qui s'éleve dans un tube capillaire: plus le tube eſt ample & plus le mercure s'y éleve; au contraire, il s'y éleve d'autant moins, que ſon diametre eſt plus petit, & ce même phénomene a lieu dans les tubes des barometres; par conſéquent ſi on prend deux tubes de verre, pur, très ſecs, & de même matiere, mais dont les diametres ſoient différens, qu'on les rempliſſe l'un & l'autre avec les mêmes précautions, de mercure également purifié, purgé d'air & d'humidité, de ſorte qu'il ne reſte aucun globule d'air, ni dans la partie ſupérieure du tube, ni dans le mercure; la colonne de mercure ſera plus élevée dans celui qui aura un plus grand diametre que dans l'autre.

Si ces deux tubes ſont faits en forme de cônes tronqués, également longs, & auſſi ſemblables que faire ſe peut, & qu'on les rempliſſe exactement de mercure, mais qu'ils ſoient plongés en ſens contraire dans leur cuvette, c'eſt-à-dire, l'un par la baſe & l'autre par la pointe, la colonne de mercure ſe tiendra à une plus grande hauteur, dans celui qui ſera plongé par la baſe, que dans l'autre.

Si on prend deux tubes, dont l'un ſoit conique & l'autre cilindrique, de

même diametre l'un que l'autre, jusqu'à la hauteur de 29 pouces; mais que la base de celui qui est conique soit plus grande; le mercure se tiendra à une plus grande hauteur dans ce tube que dans le cilindrique (1). Or tous ces phénomenes, que j'ai éprouvés par expériences, sont encore confirmés par les observations de *Hen. Prins*, *Galeat Grischow*, *Holmann.* M. *Cassini, de Thury* prétend cependant le contraire, & assure que la colonne de mercure se tient à la même hauteur, dans des tubes de différens diametres, remplis de mercure de la même maniere (2). Mais le célebre *Balbus* (3) observe que toute sorte de verre ne jouit pas de la même force repulsive, & ne repousse pas également le mercure; que l'un le repousse davantage, tandis que l'autre le repousse moins : d'où il arrive que le mercure peut bien se trouver à la même hauteur dans des tubes de différens diametres; ce qui peut arriver si la force répulsive est plus grande dans celui dont le diametre est plus grand. *Holmann* a aussi éprouvé, par expérience, que la différente constitution du verre apportoit quelque changemement à l'élévation du mercure.

Outre cela, nous apprenons, par plusieurs observations faites en France, que le mercure se soutient à une moindre hauteur dans des tubes qui ont été lavés avec de l'esprit de vin, ou avec de l'eau, & qu'on remplit avant de les avoir fait bien bien sécher : d'où il suit que les tubes dont on veut faire usage pour construire des barometres, doivent être bien secs (4).

Plusieurs ont imaginé que la variété qu'on observe dans l'élévation de la colonne de mercure dans le barometre, dépend des différentes dimensions des pores des tubes; mais cette différence existe t-elle dans les verres de même matiere lorsque les tubes ne different entr'eux que par leurs diametres? Or on remarque néanmoins que la hauteur de la colonne est différente dans ces tubes.

D'autres imaginent qu'il y a des globules d'air disséminés dans les pores du mercure, & que lorsque les parties du mercure sont soutenues par les aspérités des parois intérieures du tube, ces globules d'air s'échappent de ces pores, s'élevent dans la partie supérieure du tube, qui est vuide d'air, & que se développant davantage, c'est-à-dire, occupant un plus grand espace dans un tube plus étroit que dans un tube plus large, ils font que la colonne de mercure s'éleve moins dans le premier que dans le dernier de ces deux tubes : mais on pourroit demander à ceux qui pensent ainsi, si cet air n'est pas absorbé par le mercure, lorsqu'on communique à la colonne un mouvement d'oscillation qui la porte jusqu'à la voûte du tube? On pourroit encore leur demander comment on peut démontrer qu'il y ait de l'air caché dans les pores d'une masse de mercure qu'on a fait bouillir pendant long tems, & dont on se sert pour remplir un tube de la maniere que nous l'avons indiqué? Si, à la vérité, on ne parvient point, par un tel procédé, à expulser l'air du mercure, il est constant que la force de leur raisonnement ne sera point détruite.

(1) Acta Berolin. Tom. 6. p. 104. Comment. Gotting. Vol. 1. pag. 227.
(2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1740.
(3) Comment. Bonon. Vol. 2. pag. 308.
(4) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1705 & 1706.

§. MMLXXXIX. Nous avons démontré ci-dessus que l'air étoit pesant, & qu'il produisoit plusieurs effets en vertu de sa pesanteur, comme de soutenir la colonne de mercure suspendue dans le barometre à 29 pouces d'élévation; pareillement si on conçoit un piston C [*Tab.* 54. *fig.* 6.], qui glisse exactement selon la longueur de la cavité du tube AB, ouvert des deux côtés, & plongé dans le mercure GH: ce piston, étant immédiatement appliqué à la surface du mercure, & élevé ensuite jusqu'en C, repoussera seulement de bas en-haut l'air qui est en possession de la capacité de ce tube. Le mercure compris dans le vase IK, LM, soumis à la pression de l'atmosphere, se portera nécessairement dans la partie BC du tube, qui sera vuide alors, & demeurera appliqué au piston: si on éleve encore le piston jusqu'en D, savoir, jusqu'à la hauteur de 29 pouces, hauteur à laquelle le mercure s'éleve dans le barometre, le mercure suivra encore le piston, & s'élevera jusqu'en D; mais si on continue à élever le piston, le mercure demeurera à la même hauteur BD, & quoiqu'on fasse jouer le piston dans une partie plus élevée du tube, le mercure demeurera toujours en repos; parceque le piston ne fera toujours que repousser la colonne d'air qui est au-dessus. Mais si à la place de mercure on emploie de l'eau pour répéter cette expérience, on aura alors une pompe connue sous le nom de *pompe aspirante*. Si, dans une pompe de cette espece, on fait monter le piston de bas en-haut, selon toute la longueur du tube, l'eau comprise dans le vase, cédant à la pression de l'air qui s'appuie sur sa surface, suivra le piston; & si la colonne de mercure est à 30 pouces d'élévation dans le barometre, l'eau s'élevera jusqu'à 34 pieds dans la pompe, mais jamais au-dessus de cette hauteur, quoiqu'on continue à faire jouer le piston; parceque le poids de l'eau élevée, & celui de l'atmosphere, sont alors en équilibre entr'eux. Or comme en Hollande la colonne de mercure n'a quelquefois que 27 pouces d'élévation, l'eau ne peut alors s'élever dans une pompe aspirante qu'à la hauteur de 30,642 pieds. Et pour qu'une pompe de cette espece puisse fournir pendant tout le cours de l'année, il ne faut lui donner, en Hollande, que 30,642 pieds de hauteur; il ne faut donc pas croire que l'eau s'éleve dans une pompe par rapport à la succion; mais parcequ'elle y est poussée par la pression de l'air, qui la force à s'élever dans le canal qui est vuide d'air & fermé par en haut, & parcequ'elle y est soutenue: c'est pour cette raison que si lorsque le bec de la pompe est plongé dans l'eau, on renferme le tout sous le récipient d'une machine pneumatique, dans lequel on fasse le vuide, quoiqu'on fasse jouer le piston, on ne parviendra point à faire monter une goutte d'eau: ce sera encore la même chose si on plonge le bec d'une pompe aspirante dans un vase parfaitement rempli d'eau, & fermé exactement, quoiqu'on fasse jouer le piston; parcequ'alors il n'y a aucune cause qui oblige l'eau du vase à se porter dans l'intérieur de la pompe, & à suivre le piston.

§. MMXC. La succion que nous faisons avec la bouche pour téter, ne differe presque point de l'action d'une pompe aspirante: lorsque nous suçons, nous attirons dans notre poumon l'air compris dans notre bouche; nous bouchons les narrines postérieures avec le voile du palais qui s'y applique, nous saisissons circulairement le mammelon avec les levres, que nous contractons en forme de bourlet, nous gonflons nos joues, en un mot, nous

faiſons le vuide dans notre bouche: l'air extérieur déploie alors ſa preſſion contre les mamelles, & pouſſe le lait vers l'endroit où la réſiſtance eſt moindre, c'eſt-à dire, vers le mamelon, d'où il paſſe dans la bouche de celui qui tete. C'eſt par le même méchaniſme que nous reſpirons la fumée d'une pipe de tabac allumée, comme on peut très bien le remarquer en adaptant le tuyau de la pipe au col d'une bouteille où il y a de l'eau, dans laquelle plonge ce tuyau: ſi on adapte un autre tube à cette bouteille, & qu'on ſaiſiſſe avec la bouche ce ſecond tube pour inſpirer, on remarquera que l'air ſe fera jour à travers le tabac allumé, qu'il en emportera avec lui la fumée; que ces deux fluides traverſeront la maſſe d'eau pour ſe porter dans la bouche de celui qui fume. On conçoit encore, par cet expoſé, l'effet des ventouſes B A [*Tab.* 54. *fig.* 7. 8.], d'où on retire l'air avec une pompe C, ou de toute autre maniere, après les avoir appliquées ſur la peau; car ces ventouſes ſont alors appliquées contre la peau par le poids de l'atmoſphere. Les humeurs ſtagnantes, ou qui obſtruent les vaiſſeaux qui leur répondent, forment une tumeur, & ſe portent plus aiſément dans leur cavité qui eſt vuide d'air; & où elles ne ſont expoſées à aucune preſſion. Il faut, à la vérité, ſcarifier quelquefois ces tumeurs; ce à quoi on parvient par le moyen d'un inſtrument muni de quelques lancettes qui ſe meuvent dans des rainures G E: ces lancettes ſont ſaillantes; mais on les contient par le moyen d'un couvercle qu'on met ſur l'inſtrument: on les fixe lorſqu'elles ſont ainſi renfermées, par le moyen d'un levier H, & on les lâche par le moyen d'un autre levier L; lorſqu'elles ſont ainſi lâchées, elles ſe meuvent rapidement dans les rainures, & elles ſcarifient la tumeur. L'uſage des ventouſes eſt d'une très grande utilité en médecine; puiſque, par leur ſecours, on parvient à modérer très promptement de grandes douleurs, à enlever de fortes inflammations, telles qu'il en ſurvient dans l'angine, dans la pleuréſie, dans la cephalalgie, les coliques (1), &c. On les emploie encore utilement pour ſoulager & pour aider la reſpiration dans pluſieurs occaſions, mais ſurtout par rapport à ceux qui ont été ſubmergés.

L'air eſt encore, par ſa peſanteur, la cauſe de notre reſpiration: il ſe porte dans nos poumons lorſque le thorax ſe dilate: il les gonfle, il les pouſſe au-dehors, & il les applique contre les parois de la pleuvre, & contre le diaphragme, de façon qu'ils occupent alors toute la capacité de la poitrine: au contraire, lorſque le thorax ſe contracte, que les côtes s'abaiſſent, & que le diaphragme ſe reporte en-dedans de la poitrine; ces parties compriment les poumons, & en expulſent l'air.

§. MMCXI. Il faut auſſi ranger parmi les effets qui dépendent de la preſſion de l'air, l'écoulement des eaux par les ſyphons dont les branches ſont de différente longueur, qui ont une certaine capacité, & qui ne ſont point

(1) Angine, maladie de la gorge qui rétrécit le larinx & le pharinx, & empêche de reſpirer & d'avaler.

Pleuréſie, douleur de côté, piquante & très violente, cauſée par l'inflammation de la pleuvre, qui eſt une membrane qui tapiſſe la capacité de la poitrine.

Cephalalgie, douleur de tête récente, qu'on nomme migraine lorſqu'elle n'occupe que la moitié de la tête.

capillaires. En effet, soit le syphon E A C D [*Tab.* 54. *fig.* 9.] rempli d'eau, mis dans une situation droite en plein air, l'eau comprise dans ce siphon, tend de part & d'autre à s'écouler & à s'échapper de ses deux branches, l'air qui s'appuie contre les deux colonnes d'eau qui se présentent aux orifices de cet instrument, presse ces colonnes de bas en-haut; mais le poids de l'eau est plus grand dans la longue branche C D que dans la plus courte A E : par conséquent le rapport entre l'action de l'air qui s'exerce de bas en-haut, & la réaction de l'eau qui tend à tomber, est plus grand relativement à la branche la plus courte A E, que relativement à la plus longue C D; par conséquent la colonne d'eau E A est plus fortement poussée de bas en-haut que la colonne C D, la colonne d'eau E A s'élevera donc : elle poussera devant elle le liquide contenu dans l'espace A C, ainsi que celui qui occupe l'espace C D, & toute la liqueur coulera par l'orifice D; & si l'orifice E de la petite branche plonge dans l'eau du vase B B, toute l'eau de ce vase s'élevera dans ce siphon pour s'écouler par l'orifice D.

§. MMXCII. Plusieurs Savans ont cru que l'écoulement de l'eau par les siphons devoit être attribué à une autre cause; mais on peut démontrer aisément que celle que nous avons apportée est la véritable : car si on renferme le siphon E A C D sous un récipient dont on a retiré tout l'air, l'écoulement ne pourra point alors avoir lieu.

L'eau ne coulera point non plus par le siphon E A D [*Tab.* 54. *fig.* 10. 11.] si on ferme l'orifice du vase B B avec le couvercle C, qui empêche que la pression de l'air n'ait lieu sur la surface de l'eau; & cet écoulement recommencera de nouveau si on ôte le couvercle. On aura encore une preuve de cette vérité si on construit le siphon E A C D de maniere que sa plus petite branche E A ait plus de 30 pouces de longueur, la branche C D étant encore plus longue; si on remplit ce siphon de mercure, & qu'on plonge ses deux branches dans les vases E & D, on ne verra point le mercure s'élever par la plus petite branche, ni passer sur la crosse A C, & couler par la longue branche C D : mais on observera que le mercure se tiendra dans l'une & dans l'autre jambe à la même hauteur que dans le barometre, & que la crosse du siphon demeurera vuide. Mais si on construit ce siphon de maniere que sa jambe A E soit plus courte que la hauteur du mercure dans le barometre, on verra monter le mercure par la branche E A, passer sur la courbure de la crosse A C, & s'écouler par l'orifice D de la longue branche C D; ce qui prouve manifestement que l'effet du siphon dépend du poids & de la pression de l'air.

§. MMXCIII. Si cependant le siphon est fait avec un tube qui soit capillaire, & qu'on le place dans le vuide, pourvu que sa courte jambe ne soit pas plus longue que la hauteur à laquelle l'eau s'éleve au-dessus du niveau dans un tube capillaire de cette espece; dès qu'on plongera cette branche dans l'eau, ce liquide s'élevera au-dessus de la crosse, & s'écoulera par la longue branche, de même que si cette expérience se faisoit en plein air. *Homberg* recommande de répéter dans le vuide cette expérience, en faisant usage d'huile ou de lait; parceque ces fluides contiennent moins d'air que

l'eau, & qu'elle ne réussit pas toujours avec le même succès lorsqu'on fait usage de ce dernier liquide (1).

§. MMXCIV. Si la courte jambe du siphon E A C [*Tab.* 54. *fig.* 12.] a moins de 30 pieds de longueur, & qu'elle soit beaucoup plus large que la jambe C D, lorsqu'on aura rempli d'eau la jambe la plus courte, si on la plonge dans un vase B B qui contienne de l'eau, on verra monter l'eau de ce vase par la branche plongée, & se précipiter par la longue jambe : d'où il suit qu'il importe peu que les deux jambes du siphon soient de même capacité ou non.

§. MMXCV. Si la jambe E A C [*Tab.* 54. *fig.* 12.] a deux pouces de hauteur, & que la jambe C D en ait 14; lorsqu'on aura rempli d'eau le siphon, si on le plonge par sa plus courte jambe dans le vase B B, rempli de mercure, on observera une certaine quantité d'eau qui coulera par la jambe C D, & le mercure s'élevera dans la jambe E A jusqu'à la hauteur d'un pouce; ensuite ces deux liquides demeureront en repos, & le siphon sera rempli, parceque ces deux liqueurs seront en équilibre entr'elles.

§. MMXCVI. Mais si on donne à la jambe E A C la même longueur que précédemment, c'est-à-dire, deux pouces, & que la jambe C D ait plus de 28 pouces de longueur; & qu'après avoir rempli d'eau ce siphon, on plonge la jambe E A dans le vase B B, rempli de mercure, toute l'eau comprise dans la jambe C D s'écoulera, & le mercure s'élevera dans la jambe E A C, surpassera la crosse A C, & coulera dans la longue branche jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de mercure dans le vase B B : car le poids de l'eau comprise dans la jambe C D, est plus grand que celui d'une colonne de mercure de deux pouces de hauteur; par conséquent l'eau coulant par l'orifice D de la jambe C D, le poids de l'atmosphere doit obliger le mercure du vase à monter par la jambe E A, & à couler par l'autre.

§. MMXCVII. Soit un siphon E A C D rempli d'eau; si on plonge sa branche E A dans un vase B B rempli d'eau, & sa branche C D dans un autre vase vuide, on verra l'eau s'élever dans la branche E A, & couler par la branche C D jusqu'à ce qu'elle soit à la même hauteur dans l'un & dans l'autre vase; car alors la liqueur demeurera en repos, & cessera de couler.

§. MMXCVIII. Il paroît, par cette expérience, que la difficulté proposée par *Reiselius* (2), n'est qu'une chimere; il rapporte qu'un siphon E K F M G [*Tab.* 54. *fig.* 13.], dont les jambes sont égales, permet à l'eau de s'écouler indifféremment par les deux branches. Comme les deux orifices E & G de ce siphon, qui fut inventé par *Jean Jordan*, sont placés dans la même ligne horisontale; lorsqu'on plonge l'orifice E dans l'eau, elle coule aussi-tôt par l'orifice G : pareillement lorsqu'on plonge l'orifice G, la liqueur coule aussi-tôt par l'orifice E; mais il faut remarquer que l'écoulement de la liqueur n'a lieu dans l'une & dans l'autre circonstance, que parceque la branche plongée dans l'eau, devient par-là plus courte que l'autre, ainsi qu'on en sera pleinement convaincu si on répete cette expérience avec attention.

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1714.
(2) Journ. des Sav. ann. 1685. Acta Lipsiens. ann. 1690. p. 142.

§. MMXCIX. Les ſiphons nous procurent de très grands ſervices; c'eſt par leur moyen qu'on parvient à ſoutirer, ſans peine & ſans aucune perte, le vin d'un poinçon, pour le faire paſſer dans un autre : les Braſſeurs de Hollande en font un fréquent uſage pour conduire & porter de l'eau pure de réſervoirs en réſervoirs : c'eſt par leur moyen que les Chymiſtes parviennent à ſéparer aiſément le phlegme d'avec les eſprits qui ſurnagent, & cette méthode eſt beaucoup plus commode & plus exacte que s'ils vouloient tirer ces eſprits par inclination, pour les faire paſſer d'un vaſe dans un autre pour les ſéparer du phlegme.

§. MMC. A l'aide de la doctrine que nous venons d'établir, on peut entendre aiſément & expliquer pluſieurs phénomenes qui ſe préſentent ſouvent à nos recherches.

1°. On peut expliquer le méchaniſme de cette fontaine qui eſt auprès du grand chemin de Pontarlier, au bourg Touillon. Lorſque le réſervoir de cette fontaine, qui eſt rond, commence à ſe remplir, on entend un ſon ſemblable à celui d'un bouillonnement; on voit l'eau qui s'y décharge de toutes parts en bouillonnant, juſqu'à ce que ce réſervoir ſoit rempli juſqu'à la hauteur d'un pied : alors l'eau coule doucement, & s'écoule de même, l'affluence & l'effluence de l'eau ſe font ordinairement dans l'eſpace de près d'un quart-d'heure, & le repos qu'on remarque entre l'une & l'autre, dure pour l'ordinaire deux minutes (1).

2°. On conçoit auſſi pourquoi une certaine fontaine dont *Pline* fait mention, ſe gonfle & baiſſe continuellement à toutes les heures (2).

3°. On conçoit encore le méchaniſme de ces verres, dans leſquels on met un Tantale K H G [*Tab.* 55. *fig.* 1.]; lorſque l'eau, verſée dans ces ſortes de verres, s'éleve juſqu'au bord de ſes levres, elle fuit, & le verre ſe vuide. En effet, ce Tantale K H G fait l'office de la plus courte jambe, & en même-tems de la plus large d'un ſiphon; elle couvre & renferme la plus étroite & la plus longue S P M, qui deſcend juſques vers le fond du verre, qui eſt ſéparé en deux cavités par le moyen d'une eſpece de diaphragme F F : lorſqu'on verſe de l'eau dans ce verre, elle remplit la cavité E F F A, & elle ſéjourne dans cette cavité juſqu'à ce qu'elle s'y ſoit élevée à la hauteur E G A, elle remplit alors le large tube K G, & elle s'écoule par l'orifice S du tube S M qui la porte dans la cavité inférieure D C B F, juſqu'à ce que la cavité ſupérieure E F F A ſoit entierement évacuée.

4°. On conçoit enfin d'une maniere très ſenſible les effets de ces verres, dans leſquels on renferme des ſiphons [*Tab.* 55. *fig.* 2. 3.], ou formés d'un tube courbé, comme dans la figure 2, ou compoſés de deux tubes, dont le plus large couvre le plus étroit, comme dans la figure 3. Le tube qui fait l'office de la longue jambe du ſiphon, deſcend le long de l'intérieur de la tige du verre, & vient s'ouvrir ſous la patte de ce verre.

§. MMCI. Parmi les propriétés qui conviennent ſpécialement à l'air, la principale eſt celle qu'on connoît ſous le nom de *contention*, *élaſticité*, *palintonie*, propriété qui eſt ainſi nommée, par rapport à quelques-uns de ſes

(1) Journ. des Sav. ann. 1688, pag. 455. (2) Plinii Hiſt. Nat. Lib. 2. cap. 103, pag. 121.

effets, qui sont conformes à ceux que produisent les corps élastiques : car on remarque que l'air comprimé est réduit dans un plus petit espace, qu'il se rétablit dans son premier état, & qu'il reprend son premier volume dès que la force compressive cesse d'agir contre lui. On peut observer ce phénomene lorsqu'ayant fermé exactement l'orifice d'une pompe, & ayant renfermé de l'air dans le corps de pompe, on pousse le piston vers son fond; l'air compris entre le piston & le fond de la pompe, cede à la pression que le piston exerce contre lui, & il se retranche dans un plus petit espace : si on cesse de pousser le piston, & qu'on l'abandonne à lui même, l'air par sa réaction, le repousse en sens contraire, & s'empare de l'espace qu'on lui avoit fait abandonner. Cette palintonie de l'air differe cependant de l'élasticité de bien des corps, qui ne changent que leur figure par la pression, & non leur volume, tandis que l'air change de volume, ainsi que la laine & le coton cardé, lorsqu'on les comprime.

§. MMCII. L'élasticité propre de l'air paroît dépendre d'une certaine force répulsive, en vertu de laquelle les parties qui se touchent, & même celles qui ne se touchent point, se repoussent mutuellement par des forces qui viennent comme du centre, & qui agissent en toutes sortes de sens. Mais quelle est cette force répulsive; est-ce l'électricité, ou une autre cause? C'est ce que nous ne connoissons point encore; & conséquemment nous sommes réduits à garder le silence lorsqu'il s'agit d'expliquer ce qui produit le ressort de l'air.

§. MMCIII. De même que dans l'expérience précédente, l'air, pressé par le piston de la pompe, se réduit à un plus petit volume, de même l'air qui entoure notre globe, & qui est près de sa surface, pressé par le poids des couches supérieures, cede à cette pression, & se réduit à un plus petit volume : si on fait donc entrer dans une vessie un peu spacieuse une portion de cet air, tel qu'il se trouve vers la surface de notre globe, & qu'ayant renfermé cette vessie sous le récipient d'une machine pneumatique, on fasse le vuide en pompant l'air qui entoure cette vessie sous le récipient : l'air compris dans la vessie, cessant d'être si fortement pressé par l'air environnant, se dilatera à proportion qu'on fera le vuide, & tuméfiera la vessie qui se gonflera d'autant plus, qu'on aura retiré une plus grande quantité d'air de dessous le récipient. Si on reporte ensuite de nouvel air sous le récipient, cet air comprimera de nouveau la surface de la vessie, ainsi que l'air qu'elle contient, la vessie se désenflera, deviendra flasque, & l'air se réduira à son premier volume.

§. MMCIV. Les volumes de l'air qui enveloppe la surface de notre globe, sont entr'eux en raison inverse des poids qui les compriment. *Boyle* & *Mariotte* ont établi cette regle d'après l'expérience suivante. On prend un tube de barometre A B [*Tab.* 55. *fig.* 4.], lequel étant rempli avec soin, tienne le mercure à la hauteur C B ; si on fait entrer dans ce tube une quantité d'air suffisante pour remplir la hauteur A D, la colonne de mercure ne s'arrêtera pas à la hauteur B D : mais elle s'abaissera davantage, & elle se fixera à la hauteur B E ; parceque l'air compris en A D se raréfie & occupe l'espace A E.

La force avec laquelle l'air se trouve comprimé dans cette expérience,

eſt égale au poids de l'atmoſphere, avec lequel la colonne de mercure B C eſt en équilibre; ainſi on peut exprimer le poids de l'atmoſphere par la colonne de mercure B C. L'air introduit dans le tube, & qui occupoit la partie A D, étoit comprimé par ce poids; mais après que l'expérience a été faite, cet air s'eſt raréfié, ſon volume eſt devenu plus grand, & il a occupé l'eſpace A E; par conſéquent l'élaſticité qui reſte à cet air raréfié, jointe au poids de la colonne de mercure E B, eſt en équilibre avec le poids de l'atmoſphere, ou avec la colonne de mercure C B : ſi on ôte donc de ces deux ſommes la colonne de mercure E B, qui leur eſt commune, il reſtera la vertu élaſtique de l'air en A E, qui ſera en équilibre avec le reſte du poids de l'atmoſphere, qui eſt égal à la colonne de mercure C E; par conſéquent le poids qui comprime l'air qui eſt développé, & qui occupe l'eſpace A E, peut donc être exprimé par une colonne de mercure = C E : ſi on meſure enſuite les eſpace A D, A E que l'air occupe dans les deux cas, on trouvera qu'ils ſeront entr'eux comme C E : C B. Donc les volumes de l'air ſont entr'eux en raiſon inverſe des poids qui les compriment.

On peut répéter cette expérience d'une maniere plus commode, en ſe ſervant de l'inſtrument que le célebre *s'Graveſande* a inventé, & dont il nous a donné la deſcription (1); car ſans cela, comme on introduit toujours, & à différentes fois, dans le tube une plus grande quantité d'air, & que cet air doit s'élever à travers la colonne de mercure, il peut arriver que pluſieurs globules ſoient interceptés : ce qui rend l'expérience défectueuſe, & ce qui fait en même-tems qu'elle ne ſe trouve point conforme au calcul. *Parent* avoit même remarqué autrefois que les réſultats étoient différens lorſqu'on répétoit pluſieurs fois cette expérience, quoique cependant ces différences fuſſent peu ſenſibles (2).

§. MMCV. La même regle a encore lieu lorſqu'on comprime l'air, & qu'on le réduit à un plus petit volume, ainſi que *Mariotte* l'a démontré par l'expérience ſuivante (3). Prenez un tube courbé P O N M [*Tab.* 55. *fig.* 5.], fermé en M, dont la partie N M ſoit bien calibrée & cylindrique; verſez dans ce tube une petite quantité de mercure qui obſtrue la partie N O, & intercepte la colonne d'air N M : cet air n'étant alors preſſé que par le poids de l'atmoſphere, peut être conſidéré, de même que s'il étoit preſſé d'une colonne de mercure = C B [*Fig.* 4.]. Verſez enſuite du mercure dans le tube P O, juſqu'à ce qu'il rempliſſe l'eſpace O X, la colonne d'air N M en deviendra plus comprimée, & n'occupera plus alors que l'eſpace Z M du tube N M. Menez alors l'horiſontale Z F, la petite colonne d'air M Z ſera alors preſſée, & par le poids de l'atmoſphere, & par celui du mercure compris depuis F juſqu'en X : ſi on meſure donc alors les eſpaces M Z & M N, occupés par la colonne d'air, ainſi que les poids qui la compriment; ſavoir C B + X F [*Fig.* 4. & 5.], on trouvera cette proportion M N : M Z : : C B + X F : C B; par conſéquent les eſpaces occupés par l'air ſont entr'eux en raiſon inverſe des poids qui le compriment.

(1) S'Graveſandii Elem. Phyſ. Lib. 4. Tab. 63. fig. 5.
(2) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1708.
(3) Mouvement des eaux. pag. 141.

§. MMCVI. Comme les densités des corps sont en raison inverse de leurs volumes, ou des espaces qu'ils occupent; les densités de l'air doivent être en raison inverse des poids qui le compriment.

Et comme on a MN : MZ : : CB + XF : CB, on aura *dividendo*, MN — MZ : MZ : : CB + XF — CB : CB ; c'est-à-dire, NZ : MZ : : XF : CB; & *invertendo*, MZ : NZ : : CB : XF.

Supposons maintenant que la colonne de mercure soit de 29 pouces, & que MZ = 7 pouces; alors les hauteurs XF du mercure, qui procureront à l'air différentes densités, seront représentées dans la Table suivante.

MZ	: ZN	: : CB	: XF		pouc.
6	: 1	: : 29	: $\frac{29}{6}$	=	$4 \frac{5}{6}$
5	: 2	: : 29	: $\frac{58}{5}$	=	$11 \frac{3}{5}$
4	: 3	: : 29	: $\frac{87}{4}$	=	$21 \frac{3}{4}$
$3\frac{1}{2}$	: $3\frac{1}{2}$	: : 29	: 29	=	29
3	: 4	: : 29	: $\frac{116}{3}$	=	$38 \frac{2}{3}$
2	: 5	: : 29	: $\frac{145}{2}$	=	$72 \frac{1}{2}$
1	: 6	: : 29	: 174	=	174

§. MMCVII. J'ai observé que lorsque je réduisois la colonne d'air NM à une quantité moindre que la quatrieme partie de son volume; j'ai observé, dis-je, alors, que l'air ne suivoit plus exactement la regle proposée ; mais qu'il résistoit davantage aux forces qui tendoient à le comprimer, ainsi que le célebre *Boyle* l'avoit remarqué autrefois, & que *Rondel* l'a confirmé (1): d'où il suit que cette regle ne peut point être regardée comme constante ; d'où il suit aussi que si on comprimoit l'air au point que ses parties se touchassent, & qu'elles formassent une espece de masse solide, il n'y auroit alors aucune force dans la nature capable de le réduire à un volume plus petit; parceque tout corps est impénétrable.

§. MMCVIII. Mais jusqu'à quel point peut-on parvenir avec les forces qui sont à notre disposition, à comprimer l'air de l'atmosphere, & qui est auprès de la surface de la terre? Ce seroit une pure témérité d'assigner des bornes à la compression que cet air peut subir. Ce qu'il y a cependant de certain, c'est que *Boyle* ne l'a comprimé qu'au point de le rendre 13 fois plus dense. *Halley* prétend l'avoir rendu 60 fois plus dense. *Halles* (2) l'a rendu 38 fois plus dense, a l'aide d'une presse : mais en faisant geler de l'eau dans une grenade ou un boulet de fer, il parvint à le réduire à un volume 1551 fois plus petit ; de sorte qu'il dût être alors deux fois plus pesant que l'eau : ainsi comme l'eau ne peut être comprimée, il paroît par-là que les parties aëriennes doivent être d'une nature bien différente de celles de l'eau : car autrement si l'air étoit de même nature, on n'auroit pu le réduire qu'à un

(1) Commentar. Bonon. Vol. 1. p. 209. (2) Hæmastat Append. p. 348, &c.

volume 600, 700, 800 fois plus petit, & il auroit été alors aussi dense que l'eau, & il auroit aussi résisté à toutes sortes de pressions avec une force égale à celle qu'on remarque dans l'eau.

§. MMCIX. Comme l'élasticité de l'air comprimé est toujours en équilibre avec le poids qui le comprime; l'air qui est toujours naturellement comprimé par le poids de l'atmosphere, résiste toujours avec une force égale à celle du poids de l'atmosphere. Cela se remarque lorsqu'on renferme un peu d'air & de mercure dans une fiole, & qu'on y introduit par en-haut un tube de verre ouvert à ses deux extrêmités: si on renferme cette fiole sous un récipient de la machine pneumatique, & qu'on en retire l'air, on retire par le même moyen celui qui est en possession de la cavité du tube; & on observe alors que l'élasticité de l'air compris dans la fiole, pousse le mercure & le fait jaillir par ce tube jusqu'à la même hauteur à laquelle la colonne de mercure est suspendue dans le barometre, en supposant néanmoins que l'air compris dans l'intérieur de la fiole ne soit pas raréfié: ce qui ne peut point être en cette occasion; puisque le mercure qui sort de la fiole, abandonne à cet air une partie de la place qu'il occupoit: l'air se raréfie donc dans cette fiole; & à proportion qu'il se raréfie, il pousse moins haut le jet du mercure: ajoûtez encore à cela, qu'on ne peut point retirer parfaitement l'air qui est sous le récipient; ce qui fait encore que le jet du mercure ne s'éleve point aussi haut qu'on pourroit se l'imaginer.

§. MMCX. Mais si on rend l'air deux fois plus dense dans un vase, sa force élastique sera deux fois plus grande; & elle sera alors suffisante pour pousser le mercure à une hauteur égale à celle que la colonne de mercure mesure dans un barometre: ou si on substitue de l'eau au mercure, on la verra alors jaillir à la hauteur de 32 pieds; & le jet s'élevera encore plus haut si on condense l'air davantage.

C'est sur ce principe qu'on a construit la fontaine de cuivre DBBD [*Tab.* 55. *fig.* 6.], qu'on remplit d'eau jusqu'à la hauteur ABBA; si on condense l'air compris dans la partie supérieure de cette fontaine DAAD, en y injectant de nouvel air, par le moyen d'une pompe qui se monte à vis sur la queue M du robinet: cet air pénétrera le tube KC, & s'élevera à travers la masse d'eau BBAA pour se porter dans la capacité supérieure DAAD, où il se condensera conjointement avec celui qui est naturellement en possession de cet espace: lorsque cet air sera suffisamment condensé, si on ferme le robinet, & qu'après avoir supprimé la pompe, on adapte à sa place un petit tube en forme d'ajutage M: lorsqu'on ouvrira le robinet E, l'eau comprise dans la partie inférieure ABBA sera pressée par le ressort de l'air, qui est au dessus, & qui l'obligera à s'élancer par le tube CK, & à former un jet qui s'élevera d'autant plus haut que l'air sera plus condensé.

Le jet d'eau qu'on remarque lorsqu'on fait jouer la fontaine simple de *Hyeron*, ou la fontaine double de *Nieuwentyt*, dépend aussi de l'air comprimé: ce qui augmente sa force élastique. Voici la construction de cette fontaine.

FP [*Tab.* 55. *fig.* 7.] est le réservoir supérieur de la machine divisé en deux cavités, par le moyen du diaphragme HGKE; CM est un semblable réservoir, mais placée à la partie inférieure de cette même machine, & pa-

reillement ſéparé en deux cavités par le diaphragme O D Q L. Suppoſons maintenant que les deux réſervoirs du haut F & P ſoient remplis en partie d'eau & en partie d'air, & qu'on verſe de l'eau par le tube A B juſqu'à ce que ce tube en ſoit rempli : cette eau qui paſſe, par le moyen de ce tube, dans le réſervoir C, pouſſe devant elle l'air qui étoit en poſſeſſion de cette cavité, & l'oblige à ſuivre le canal D E pour ſe porter dans le réſervoir F : de ce réſervoir deſcend un tube G O, qui vient s'ouvrir dans le réſervoir Q M : l'air qui paſſe dans le réſervoir ſupérieur F G, pouſſe donc devant lui l'eau qui y eſt contenue, & l'oblige à deſcendre dans le réſervoir Q M par le tube G O. L'air qui eſt en poſſeſſion de ce réſervoir eſt donc alors comprimé par le poids d'une colonne d'eau, dont la hauteur eſt égale à G O, & cette colonne d'eau elle-même étoit déja ſoumiſe à la preſſion de l'air, & comprimée par une force égale à la preſſion d'une colonne d'eau, dont la hauteur égale A B; par conſéquent l'air du réſervoir Q M ſe trouve preſſé par deux colonnes d'eau G O & A B : & cédant à la force qui le preſſe, il enfile le tube N P pour ſe porter dans le réſervoir K P, où il déploie la preſſion qu'il éprouve ſur la ſurface de l'eau qui y eſt contenue; cette eau, cédant à l'effort de l'air qui la comprime, s'échappe par le tube S R, qui s'éleve au centre d'un baſſin qui domine la machine, & elle forme un jet preſqu'égal en hauteur à la longueur des deux colonnes G O & A B.

§. MMCXI. On emprunte auſſi le ſecours de l'air pour pouſſer des balles dans des eſpeces particulieres de fuſils, auxquels on donne, à cauſe de cela, le nom de fuſils à vent. On doit cette invention à la facilité qu'on a de trouver de l'air par tout, & à la propriété qu'on remarque dans ce fluide, de pouſſer une balle auſſi fortement que de la poudre à canon, lorſque ſon reſſort eſt bien tendu. Les Artiſtes ont donné différentes formes aux arquebuſes à vent; mais parmi ces différentes conſtructions, je n'en vois point de meilleure que celle que *Kolbius* a imaginée, & que *Deſaguilliers* a décrite. J'ai auſſi dans mon Cabinet deux de ces inſtrumens, un grand & un petit, de l'invention de *Jean Leur*, qui eſt un excellent Artiſte : le petit, qui a la forme d'un piſtolet, eſt repréſenté [*Tab.* 55. *fig.* 8.].

Sa partie poſtérieure A B eſt une cavité de cuivre, dans laquelle on comprime l'air, à l'aide d'une pompe; l'air s'y comprime au point que cet inſtrument peut fournir 4 exploſions très fortes. Cette partie A B eſt unie à la partie antérieure C D, par le moyen d'une vis, on lâche la batterie F par le moyen de la détente E, cette batterie pouſſe une cheville de fer contre la ſoupape qui ſe trouve en A ; ce qui ouvre la cavité A B : l'air s'en échappe auſſitôt, & enfilant le canon C D, il pouſſe devant lui une balle qu'il y rencontre.

L'inſtrument repréſenté [*Tab.* 55. *fig.* 9.], eſt un fuſil dont la culaſſe A B C forme deux cavités de cuivre cylindriques A G, C H, pour qu'on puiſſe y introduire une plus grande quantité d'air ; C D eſt un canon de cuivre cylindrique, par lequel l'air chaſſe la balle : mais pour qu'on puiſſe placer ſur-le-champ cette balle, pour ne point retarder l'expérience, on a adapté à cet inſtrument une petit canal K I L, percé vers ſon milieu en I ; ce canal eſt diſpoſé de façon que l'air qui ſort de la croſſe, l'enfile & pouſſe la balle qu'il contient : on met donc la balle par le trou L, & on renverſe alors le petit

canal

canal dans la partie postérieure du canon, & on l'y retient par un obstacle placé en O : lorsqu'on lâche la détente, la batterie E F pousse un stilet de fer qui ouvre la soupape en A ; l'air, s'échappant alors de la crosse, enfile l'ouverture I, & pousse la balle qu'il rencontre sur son passage.

Pour qu'on puisse comprimer l'air fortement dans les cavités A G, C H [*Tab.* 55. *fig.* 10.], on ouvre la partie postérieure de la crosse A G H C, qui est percée en M ; on adapte ensuite la pompe S N à l'orifice C A : la queue du piston de cette pompe porte une charniere Q, par le moyen de laquelle on l'attache au parquet ; on place une cheville cylindrique au trou M de la culasse : cette cheville donne attache au levier R T, de 5 pieds de longueur ; ce levier porte une charniere en V R, au moyen de laquelle on l'attache à une fenêtre, à une porte, ou au lambris, & on applique en T la puissance qui doit faire agir la pompe. Lorsqu'on éleve le levier, on éleve avec lui la partie G A S N, & le piston qui est attaché au parquet en Q glisse alors depuis le fond S de la pompe jusqu'à son extrêmité N : l'air extérieur pénetre dans cette pompe par une petite ouverture ménagée en P ; si on abaisse alors le levier, le piston remonte vers le fond de la pompe, & pousse devant lui l'air compris dans sa cavité. Cet air passe dans les cavités A G, C H, où il est retenu, par le moyen de deux soupapes. La construction de cette machine est telle, que l'homme qui la sert peut employer tout le poids de son corps pour faire baisser le piston, & conséquemment peut comprimer l'air au point de lui faire chasser une balle avec une force égale à celle d'une charge de poudre ; & l'effort de l'air, pour s'échapper, est tel, qu'il forme une forte explosion.

§. MMCXII. A qui sommes nous redevables de l'invention des arquebuses à vent, & en quel tems ont-elles été inventées ? C'est ce que nous ignorons encore. Nous voyons dans le Cabinet de *Germain Schmettau* une arquebuse à vent, fort imparfaite à la vérité, mais qui fut faite en 1474. On connut sur-tout ces sortes d'instrumens dans le dix-septieme siecle, lorsqu'on commença à connoître les propriétés de l'air. Nous apprenons qu'en France, un Ouvrier nommé *Marin*, fit des arquebuses à vent pour le service du Roi Henri IV (1). Les Allemands en firent ensuite de plus grandes. Un habitant de Norinberg, nommé *Kelner*, fabriqua un instrument de cette espece, qui fut ensuite transporté en Silésie. On en présenta un à *Fréderic Auguste*, Roi de Pologne, qui poussoit avec force des balles de 4 ℔, & qui perçoient, à la distance de 400 pas, des planches de deux pouces d'épaisseur (2).

§. MMCXIII. On peut aisément, d'après les principes que nous venons d'exposer, rendre raison des phénomenes qui nous font observer ces petites figures creuses d'émail, qu'on connoît sous le nom de Ludion ; lorsqu'on a ménagé un petit trou à l'un des pieds de ces figures, elles font l'office de plongeur ; & lorsqu'on les renferme dans une bouteille remplie d'eau, on les voit surnager, & on les fait plonger à volonté. En effet, lorsqu'on presse la surface de l'eau comprise dans le goulot de la bouteille, l'eau pénetre par le

(1) Mersennus in Phœnom. Pneumat. Prop. 32. (2) Kundmanni Rariora Natur. & Artis, §. 2. Art. 40.

trou qui eſt au pied de la figure, elle s'éleve dans ſa jambe : l'air compris dans la cavité de ſon corps, ſe comprime & abandonne à l'eau une partie de l'eſpace qu'il occupoit ; la petite figure en devient plus peſante de toute la quantité d'eau qui s'eſt élevée dans ſa jambe, & lorſque ſa peſanteur ſpécifique s'eſt augmentée au point de ſurpaſſer celle d'un volume d'eau ſemblable à celui qu'elle peut occuper, elle tombe alors au fond de la bouteille : mais ſi on vient à diminuer la preſſion qu'on exerce ſur la ſurface de l'eau, l'air compris dans le corps du ludion ſe dilate ; il chaſſe l'eau qui s'étoit emparée de l'intérieur de ſa jambe, & le ludion devenant ſpécifiquement plus léger que l'eau, s'éleve au haut de la bouteille.

§. MMCXIV. La pompe dont les Marchands de vins font uſage, eſt un tube de verre DCB [*Tab.* 55. *fig.* 11.], dont la queue B eſt formée d'un tube beaucoup plus petit ; cette pompe eſt ouverte à ſes deux extrêmités. On la plonge perpendiculairement dans le vin juſqu'à une profondeur quelconque ; on ferme alors avec le pouce l'ouverture D, & on retire l'inſtrument : par ce moyen le vin qui s'eſt élevé dans ſon intérieur, ſuppoſons juſqu'en C, y demeure ſuſpendu ; cette maſſe de liquide fait néanmoins effort, en vertu de ſon poids, pour s'écouler par l'ouverture B : outre cela elle eſt encore ſollicitée à tomber par la quantité d'air compriſe depuis D juſqu'en G ; mais la colonne d'air extérieur qui répond à l'orifice B, oppoſe ſa réſiſtance à la colonne de liqueur, & agiſſant de bas en-haut avec une force égale, elle contient la liqueur B C dans ſa ſituation, & elle s'oppoſe à l'action de la colonne d'air C D, qui eſt au-deſſus, & qui eſt un peu raréfiée ; de ſorte que le vin ne peut alors couler par l'orifice B, à moins qu'on ne retire le pouce qui eſt en D, & qu'on ne donne entrée à la colonne d'air extérieure, qui ſe préſente à cet orifice ; car alors cette colonne preſſant de haut en-bas la maſſe de vin avec une force égale à celle qu'elle éprouve en B de bas en-haut, cette maſſe de liquide cédant à l'effort de ſa peſanteur, s'écoule par l'orifice B : mais ſi on donnoit un plus grand diametre à la queue B de cet inſtrument, dès qu'on retireroit la pompe du liquide dans lequel on l'auroit plongée, on verroit ce liquide couler par l'orifice B, quoique l'orifice ſupérieur D fût exactement fermé ; parceque dans ce ſecond cas l'air ſe feroit jour & gliſſeroit le long des parois de la queue B, s'éleveroit vers la partie ſupérieure de la pompe, & obligeroit le vin à couler vers l'orifice B. Les parties du vin s'attirent mutuellement, & elles ſont attirées par les parois de la queue de l'inſtrument : la force attractive du fluide eſt égale à la plus groſſe goutte qui puiſſe s'en former. Si donc le poids de la derniere tranche du fluide, compriſe dans la queue, ſurpaſſe la force attractive, cette tranche pourra alors tomber, & elle tombera en ſe ſéparant du côté où les parois du tube l'attirent moins fortement : or l'air qui entoure ce tube, & qui fait effort de tout côté pour y pénétrer, ſe gliſſera auſſi tôt le long de ces parois pour s'élever à la partie ſupérieure de l'inſtrument, la liqueur continuera à couler, & l'air à s'élever, de ſorte que l'inſtrument s'évacuera entierement.

C'eſt à ce principe que la fontaine de *Sturmius*, connue ſous le nom de fontaine de *Commandement*, doit ſon origine : en voici la conſtruction. ABKKB [*Tab.* 56. *fig.* 1.] eſt un vaſe fermé en A ; vers le fond de ce vaſe

ſont adaptés ſix tuyaux de décharge K K K, &c, le tuyau C D, ouvert des deux côtés, pénetre le vaſe, & s'éleve juſqu'à ſa partie ſupérieure : M M eſt un large baſſin qui porte à ſon centre un tube G E, dans lequel s'implante la partie inférieure D du tube C D. Au centre du baſſin, & dans l'intérieur du tube G E, eſt un trou qui peut s'ouvrir & ſe fermer par la ſoupape L, cachée au deſſous du baſſin ; le tube E G eſt ouvert latéralement en F : c'eſt par cet orifice que l'eau qui coule dans le baſſin vient ſe décharger en paſſant par le trou du milieu dans un réſervoir N. Cela poſé, ſuppoſons que le vaſe A B K K B ſoit rempli d'eau juſqu'en B B, & que ſa partie ſupérieure B C B ſoit remplie d'air, il eſt conſtant que l'eau coulera par les tuyaux de décharge K K K, &c. tant que l'air extérieur pourra ſe faire jour par l'ouverture F, & ſe gliſſer le long du tuyau D C ; mais ſi une partie de l'eau s'étant écoulée dans le baſſin M M, obſtrue l'orifice F, l'eau ne continuera à couler que juſqu'à ce que le poids de la quantité d'eau qui reſtera dans le vaſe B K K B, joint au reſſort de l'air, qui ſe raréfie à proportion dans la partie ſupérieure de ce même vaſe, ſoit en équilibre avec le poids de l'atmoſphere, dont les colonnes s'appuient contre les orifices des tuyaux K K K ; car, dans ce cas, l'eau ceſſera de couler : mais tandis que l'écoulement de la fontaine eſt interrompu, l'eau du baſſin paſſe néanmoins par l'ouverture F, & coule par le trou du milieu dans le réſervoir N : cet écoulement fait que l'orifice F ſe trouve à découvert, & que l'air extérieur peut alors s'inſinuer de nouveau dans le tube C D, de-là ſe porter dans la partie ſupérieure B C D du vaſe, & procurer de nouveau l'écoulement de l'eau par les tuyaux de décharge K K, juſqu'à ce qu'il en ſoit tombé ſuffiſamment dans le baſſin pour boucher encore l'orifice F, fermer le paſſage à l'air extérieur, & faire que le poids de l'eau qui ſubſiſte dans le réſervoir, & le reſſort de l'air qui eſt renfermé dans ſa partie ſupérieure, ſoient encore en équilibre avec les colonnes d'air qui répondent aux ajutages K K : ce ſont ces alternatives qui produiſent les écoulemens intermittens de cette fontaine. Il faut remarquer que lorſque la ſoupape L ferme le trou auquel elle répond, l'écoulement n'a point lieu alors : or on peut à volonté fermer plus ou moins ce trou, & par ce moyen accélérer ou retarder l'écoulement. J'ai fait quelque changement à cet inſtrument, j'ai placé dans le tube G E une ſoupape ronde qui ferme l'ouverture G F ; j'ai adapté outre cela un tube de cuivre P Q, qui embraſſe cette ſoupape, & qui traverſe le réſervoir N : ce tube donne paſſage à une corde P Q R, attachée d'un côté à la ſoupape, & de l'autre côté à la pédale de bois R T, qui ſe meut à l'aide d'une charniere T V : lorſqu'on poſe le pied ſur la pédale, on bande la corde, & on la tire de haut en-bas ; par ce moyen on ouvre la ſoupape G F : cette ouverture donne paſſage à l'air extérieur, & l'eau commence alors à couler par les tuyaux K K K, &c.

§. MMCXV. La force avec laquelle les molécules d'air ſe repouſſent mutuellement, eſt en raiſon réciproque des diſtances qui ſe trouvent entre leurs centres.

Soient deux cubes égaux X A E G, Z B I M [*Tab.* 56. *fig.* 2. 3.], qui contiennent des quantités d'air inégales, de façon que les diſtances entre les centres des globules compris dans le cube X A E G, ſoient aux diſtances des centres de ceux qui rempliſſent le cube Z B I M, comme 2 : 3. Le nombre de

ces molécules comprises dans le côté DE, sera à celui des molécules comprises dans le côté HI : : 1 : 2. Ce sera encore la même chose si on compare le côté EG avec le côté IM, ainsi que si on compare le côté DX avec le côté HZ; par conséquent le nombre de ces molécules qui agiront sur la surface DG, sera à celui des molécules qui agiront sur la surface HM, : : 1 : 4; & le nombre des molécules comprises dans le cube XAEG, sera au nombre de celles qui seront comprises dans le cube ZBIM, : : 1 : 8.

Les forces qui agissent sur les surfaces égales DG, AM sont entr'elles comme les forces avec lesquelles l'air est comprimé. On peut aussi considérer les forces qui pressent les surfaces DG, HM, comme résultantes du nombre des molécules qui agissent, & comme composées de l'action de chacune de ces molécules; par conséquent ce rapport composé résultera des raisons composées des forces qui agissent dans le cube A, comparée à celles qui agissent dans le cube B, & qui sont dans le rapport de 1 : 8; mais le nombre des molécules qui agissent sur la surface DG, est à celui des molécules qui agissent sur la surface HM, : : 1 : 4. On doit donc nécessairement admettre une autre raison composante; savoir, la raison de 1 : 2; or cette raison est celle qui se trouve entre l'action de chacune des molécules, & les distances de leurs centres sont entr'elles comme 2 : 1. Par conséquent l'effort des molécules comprises dans le cube XAEG, est à celui des molécules qui sont comprises dans le cube ZBIM, comme les distances des centres des molécules comprises dans le cube ZBIM, sont aux distances des centres des molécules comprises dans le cube XAEG.

§. MMCXVI. L'élasticité de l'air étant connue, on peut comprendre aisément comment les récipiens dont on se sert pour faire le vuide, s'évacuent.

En effet, concevons que le piston de la machine pneumatique, étant porté au haut de la pompe, descende, & qu'il y ait un tube de communication entre le fond de la pompe & le récipient; alors l'air compris sous ce récipient, en vertu de sa force expansive, se précipitera dans le corps de pompe, jusqu'à ce qu'il soit de même densité sous le récipient & dans le corps de pompe : si on pousse au-dehors la quantité d'air qui s'est jettée dans la pompe, & qu'après avoir reporté le piston jusqu'au fond de cette pompe, on le fasse encore descendre, l'air qui reste sous le récipient se précipitera de nouveau, & de la même maniere que précédemment, dans l'espace vuide que lui ouvre le piston par sa chûte : & ce même phénomene aura lieu tant qu'on répétera la même manipulation; par conséquent la masse d'air comprise sous le récipient deviendra de plus rare en plus rare, jusqu'à ce que celui qui reste sous le récipient soit devenu assez rare, pour qu'on puisse le compter pour rien, néanmoins il restera toujours une certaine quantité d'air sous le récipient; puisque les succions réitérées de la pompe ne servent qu'à raréfier l'air de plus en plus, & qu'elles ne peuvent point l'évacuer entierement.

§. MMCXVII. Maintenant si l'air qui subsiste sous le récipient est porté à un degré de rareté, qui, étant comparé à celui de l'atmosphere, soit égal à 1000. Prenons le logarithme de ce nombre, ainsi que celui du rapport de la cavité du récipient, jointe à celle de la pompe, à la seule cavité du récipient; divisons par ce dernier logarithme celui du nombre 1000, & le quotient nous

donnera le nombre de fois qu'il faudra faire agir le piſton pour évacuer le récipient autant que faire ſe peut; car chaque fois qu'on fait deſcendre le piſton, l'air qui eſt compris ſous le récipient, ſe diſtribue dans toute la capacité du récipient & de la pompe : par conſéquent chaque fois qu'on fait deſcendre le piſton, l'air ſe raréfie ſelon le rapport qu'il y a entre la capacité du récipient & du corps de pompe pris enſemble, & la capacité ſeule du récipient. Suppoſons que ce rapport ſoit $= \frac{a}{1}$, ou $= a$; donc la rareté de l'air ſous le récipient, avant qu'on fît deſcendre le piſton, étant $= 1$, eſt devenue $= a$ après le premier coup de piſton, $= aa$ après le ſecond coup, $= aaa$ après le troiſieme; & après un coup de piſton indiqué par l'indéterminée X, cette rareté eſt devenue $= a^x$. Suppoſons maintenant que la raréfaction de l'air qu'on veut produire, comparée à celle dont il jouit naturellement, ſoit dans un rapport exprimé par $\frac{r}{1}$, ou par r; on aura alors $a^x = r$. Or comme les nombres égaux ont des logarithmes égaux, on aura x logar. $a =$ logar. r, ou $x = \frac{\text{logar. r.}}{\text{logar. a.}}$. Suppoſons encore que la cavité du récipient ſoit égale à celle de la pompe, on aura $a = \frac{2}{1}$, dont le logaritbme $= 0 . 3010300$. Le logarithme du nombre 1000, ou r, ſera 3 . 0000000; par conſéquent $\frac{\text{logar. r}}{\text{logar. a}}$ $= \frac{29073}{0 . 3010300} = 9, 965785$, ou il ne faudra pas employer tout à fait 10 coups de pompe, pour que l'air devienne mille fois plus rare ſous le récipient.

On peut encore parvenir à cette découverte de la maniere ſuivante. Soit $= t$ la raréfaction qu'on veut donner à l'air au deſſus de celle dont il jouit naturellement près de la ſurface de la terre; ſoit nommée r la capacité du récipient, & b celle de la pompe : ſoit appellée n le nombre de coups de piſton qu'il faut employer pour parvenir au but qu'on ſe propoſe. Voici comment il faut procéder. Prenez le logarithme de t, que nous ſuppoſerons $=$ T. Suppoſons que $\frac{r}{6} = q$. Appellons Q le logar. de q, & P le logar. de $q + 1$; alors on aura $n = \frac{T}{P - Q}$: de ſorte que ſi $r = 720$ pouces cubiques, $b = 36$ pouces cubiques, $t = 1000$; on aura $q = \frac{720}{36} = 20$; donc $q + 1 = 21$,

dont le Logar. $P = 1 . 3222193$

Logar. $Q = 1 . 3010300$

$P - Q = 0 . 0211893$

$$n = \frac{T}{P - Q} = \frac{3 . 0000000}{0 . 0211893} \Big\} 141 \tfrac{1}{2}.$$

Le diametre de ma pompe pneumatique = 2 pouces, le mouvement du piston se termine à une hauteur de 4 pouces ; par conséquent la capacité cylindrique de cette pompe = 2 × 2 × 4 = 16 pouces.

Supposons qu'on fasse usage d'un récipient de 4 pouces de diametre sur 7 pouces de hauteur, la capacité de ce récipient sera = 4 × 4 × 7 = 112 pouces cylindriques. Cela posé, supposons t = 1000, dont le logarithme

$= 3 . 0000000$, $b = 16$, $r = 112$, $\frac{r}{6} = q = \frac{112}{16} = 7$.

$$7 + 1 = 8, \text{ dont le logar.} = 0 . 90308999 = P$$

$$\text{Le logar. de } 7 = 0 . 84509804 = Q$$

$$P - Q = 0 . 05799195$$

$$n = \frac{T}{P - Q} = \frac{3 . 00000000}{0 . 05799195} \Big\} \; 53 \; \frac{2571675}{5799195}.$$

§. MMCXVIII. Comme nous ne pouvons point connoître la quantité d'air qui reste sous le récipient après plusieurs succions réitérées de la pompe, parcequ'il peut se faire qu'il y ait quelques petits sillons qui donnent entrée à l'air sous le récipient : on adapte à la machine pneumatique une jauge, qui n'est autre chose qu'un tube de barometre ouvert des deux côtés, dont une des extrêmités plonge dans une cuvette remplie en partie de mercure : à côté de ce tube est une lame graduée, soutenue sur la surface du mercure compris dans la cuvette, & conséquemment cette lame baisse ou s'éleve à proportion que la surface du mercure descend ou s'éleve. L'air compris dans le tube est toujours de même densité que celui du récipient : lors donc qu'on raréfie l'air du récipient, celui qui est compris dans le tube se raréfie à proportion ; la surface du mercure de la cuvette, étant toujours soumise à la pression de l'air extérieur, cede à l'effort qu'elle éprouve, & le mercure s'éleve dans le tube, jusqu'à ce que le ressort de l'air qui reste dans le tube, joint à la pesanteur de la colonne de mercure qui s'y éleve, soit en équilibre avec le poids de l'atmosphere ; par conséquent la hauteur du mercure dans ce tube est toujours proportionnelle à la quantité d'air qu'on retire de dessous le récipient, & la différence qu'on remarque entre la hauteur de la colonne de mercure qui s'éleve dans la jauge, & celle de la colonne de mercure dans le barometre, est proportionnelle à la quantité d'air qui reste sous le récipient. Si l'air extérieur se fait jour par quelque fente, & passe sous le récipient, on voit alors baisser le mercure dans la jauge ; mais si cette colonne de mercure conserve toujours sa même hauteur, c'est une marque incontestable qu'il ne passe point d'air sous le récipient.

Comme cette jauge pouvoit être souvent incommode par sa longueur, on est parvenu à en construire une autre beaucoup plus courte : on prend un tube de verre de 3 pouces de longueur, fermé hermétiquement d'un côté : on le remplit de mercure de même qu'un tube de barometre, & on le fait plonger dans un vase qui contient du mercure : on place cet appareil sous le récipient

de la machine pneumatique, dont on retire l'air; lorsque l'air est raréfié jusqu'à un certain point, on voit descendre la colonne de mercure & se précipiter dans la cuvette. On connoît jusqu'à quel point on a raréfié l'air sous le récipient par la quantité dont cette colonne de mercure s'est abaissée, & par sa plus grande, ou sa plus petite distance de la ligne de niveau. On peut placer cet appareil dans un endroit plus commode, comme sous la pompe, ou à côté de la pompe, pourvu qu'elle communique avec le récipient qu'on veut évacuer, afin de lui conserver l'usage auquel elle est destinée.

§. MMCXIX. Le vuide qu'on fait à l'aide de la machine pneumatique, est connu ordinairement sous le nom de *vuide de Guerikue*, ou de *Boyle*; & ce vuide n'est jamais aussi parfait que celui de *Toricelli*, qui est celui qu'on remarque dans la partie supérieure d'un barometre: il faut cependant observer que, quoiqu'on donne le nom de vuide à l'espace évacué par la machine de *Boyle*, ainsi qu'à celui qui est compris dans la partie supérieure d'un barometre, il faut, dis-je, remarquer que ces espaces ne sont point tellement vuides, qu'ils soient parfaitement dépourvus de tout corps quelconque; car la matiere du feu, qui s'étend en tout sens, & qui fait effort pour pénétrer dans tout espace quelconque, se trouve répandue en même quantité dans ces deux especes de vuides, que dans l'air qui les entoure extérieurement. On ne doit point non plus révoquer en doute que la matiere magnétique universelle se fasse jour, & qu'elle pénetre sous les récipiens purgés d'air; car les aiguilles de boussoles qu'on pose sous de tels récipiens, y prennent aussi facilement leur direction, que lorsqu'on les expose à l'air libre: il peut se faire encore que ces sortes de vaisseaux soient pénétrés par plusieurs fluides subtils, comme par la lumiere, le feu, l'électricité, la matiere magnétique particuliere; & on ne peut point douter que certaines émanations très subtiles ne les pénetrent.

Outre cela, quelqu'effort qu'on fasse pour évacuer parfaitement un récipient, il y reste toujours un fluide très subtil & très élastique, qu'on ne peut point évacuer; & plus le récipient est grand, & plus la quantité de ce fluide, qui y subsiste, est grande: c'est ce fluide qui soutient la colonne de mercure de la jauge à une ou deux lignes au-dessus du niveau; ou lorsqu'on se sert de la premiere des deux jauges que nous avons indiquée, c'est ce fluide élastique qui empêche que la colonne de mercure ne s'y éleve exactement à la même hauteur à laquelle la colonne de mercure est suspendue dans le barometre. On remarque cependant quelquefois qu'on parvient à expulser entierement ce fluide; puisqu'on observe quelquefois que la colonne de mercure de la jauge descend jusqu'au niveau (1).

(1) Je ne puis concevoir par quel procédé Mussenbroek est parvenu à mettre le mercure à niveau: la progression selon laquelle l'air s'évacue d'un récipient, & dont il convient lui même, est une preuve démonstrative du contraire. S'il y est néanmoins parvenu, il faut supposer que le tube qui servoit de jauge, étoit capillaire; & conséquemment que ce tube, faisant l'office de tube communiquant, le mercure s'y tenoit au dessous du niveau. En supposant donc que le diametre de ce tube fût tel que le mercure s'y tînt à 3 lignes au-dessous du niveau, il est constant que l'air

Ajoûtez à cela, que l'air s'évacue lentement, & ne sort qu'avec peine de dessous le récipient; parcequ'il doit passer pour s'évacuer par des ouvertures très petites formées dans les robinets, ou dans les soupapes, dont les bords sont garnis de graisse ou d'huile; il s'évacueroit beaucoup plus promptement si les bords de ces ouvertures étoient secs, & non graissés: c'est par cette même raison qu'il rentre difficilement & lentement sous les récipiens, & qu'il ne parvient point promptement à s'y mettre en équilibre avec l'air extérieur; mais si on lui ouvre un passage très grand, pour pénétrer sous ces vaisseaux, il y pénetre très promptement, & il y atteint sur-le-champ l'équilibre.

Le célebre *Martin*, dans le second volume de sa *Philos. Britann.* p. 69, nous a donné des Tables très curieuses, à l'aide desquelles on peut connoître sur-le-champ combien il faut de coups de piston, pour donner à l'air d'un récipient dont on connoît le capacité, le degré de raréfaction qu'on veut lui faire prendre: il faut aussi pour cela connoître la capacité de la pompe. Chaque fois qu'on ne sera pas à portée de consulter des Tables de logarithmes, on pourra se servir très commodément des Tables de *Martin*. La Table qui suit suppose que la capacité de la pompe est égale à celle du récipient.

étant évacué au point de ne soutenir que 3 lignes de mercure, cette colonne devoit paroître à niveau de la surface du mercure, compris dans la cuvette: on parvient même quelquefois, par un tel procédé, à mettre le mercure au-dessous du niveau.

Raréfaction

Raréfaction de l'air.	Nombre des coups de piston.	Raréfaction de l'air.	Nombre des coups de piston.
1	0	400	8 . 644
2	1	500	8 . 966
3	1 . 585	512	9
4	2	600	9 . 229
5	2 . 322	700	9 . 451
6	2 . 585	800	9 . 644
7	2 . 807	900	9 . 814
8	3	1000	9 . 966
9	3 . 170	1024	10
10	3 . 322	2000	10 . 966
16	4	2048	11
20	4 . 322	3000	11 . 551
30	4 . 907	4000	11 . 966
32	5	4096	12
40	5 . 322	5000	12 . 288
50	5 . 644	6000	12 . 551
60	5 . 907	7000	12 . 773
64	6	8000	12 . 966
70	6 . 129	8192	13
80	6 . 322	9000	13 . 136
90	6 . 492	10000	13 . 288
100	6 . 644	16384	14
128	7	20000	14 . 866
200	7 . 644	30000	15 . 255
256	8	100000	16 . 183
300	8 . 229		

Il faut observer que lorsque dans la Table précédente les nombres qui expriment la raréfaction qu'on veut donner à l'air, sont en raison géo-

métrique ; ceux qui indiquent les coups de piston, sont en proportion arithmétique.

Mais lorsque la capacité du récipient est plus grande que celle de la pompe, & que cet excès se trouve selon une proportion donnée, il faut encore avoir recours à une autre Table, dans laquelle la premiere colonne exprime de combien la capacité du récipient surpasse celle de la pompe : la seconde indique un multiplicateur, par lequel il faut multiplier le nombre de la premiere Table, qui exprime combien il faut donner de coups de piston pour produire la raréfaction qu'on demande ; & le produit qui naît de cette multiplication, exprime le nombre de coups de piston qu'il faut donner pour produire ce même effet dans le récipient proposé.

Par exemple, supposons un récipient, dont la capacité soit dix fois plus grande que celle de la pompe : cela posé, combien faudra-t-il donner de coups de piston pour que l'air soit 100 fois plus raréfié sous ce récipient? Pour résoudre ce problême, je considere la Table précédente, qui m'indique qu'il faudra donner 6 . 644 coups de piston pour que l'air soit 100 fois plus raréfié sous le récipient. Je considere ensuite que le récipient dont je veux faire usage, a une capacité 10 fois plus grande. Je considere donc la seconde Table, & je trouve que lorsque la capacité est 10 fois plus grande : il faut multiplier par 7 . 273 le nombre qui exprime dans la premiere Table les coups de piston ; ce qui me donne 6 . 644 × 7 . 273. En faisant l'opération, je trouve

$$\begin{array}{r} 7 \,.\, 273 \\ 6 \,.\, 644 \\ \hline 29092 \\ 29092 \\ 43638 \\ 43638 \\ \hline 48.321812. \end{array}$$

Par conséquent il faut, en faisant usage de ce dernier récipient ; donner 48.321812 coups de pistons.

Capacités des récipiens.	Multiplicateur.	Capacités des récipiens.	Multiplicateur.
1	1	65	45 . 265
2	1 . 710	70	48 . 866
3	2 . 400	75	52 . 90
4	3 . 106	80	55 . 798
5	3 . 802	85	59 . 233
6	4 . 497	90	62 . 729
7	5 . 191	95	66 . 88
8	5 . 885	100	69 . 661
9	6 . 579	150	105 . 3
10	7 . 273	200	138 . 976
15	10 . 73	250	170 . 62
20	14 . 207	300	208 . 291
25	17 . 67	400	277 . 605
30	21 . 139	500	346 . 920
35	24 . 605	600	416 . 235
40	28 . 071	700	485 . 549
45	31 . 512	800	554 . 864
50	35 . 003	900	624 . 179
55	38 . 366	1000	693 . 494
60	41 . 934		

On trouvera dans l'endroit de l'Ouvrage de *Martin*, que nous avons cité, la démonstration de cette regle.

§. MMCXX. *Otto de Guerikue* fut l'inventeur de la machine pneumatique ; il l'imagina vers le milieu du siecle précédent, & il fit quantité d'expériences très curieuses, à l'aide de cette machine. Ce fut ce qui engagea *Boyle*, aidé des secours de *Kook* & de *Papin*, à en construire une semblable en Angleterre, & dont il fit usage pour pousser plus loin les découvertes de la Philosophie naturelle; c'est pour cette raison qu'on donne souvent à cette machine le nom de *machine* ou *de pompe de Boyle*. Ce fut dans ce même tems que le célebre *Volder* en construisit une autre à Leyde, dont on fit usage en 1675, dans le Cabinet de Physique de l'Académie d'Hollande, qui est établi à Leyde, & dont on se sert encore aujourd'hui pour faire les expé-

riences du vuide. Le célebre *s'Gravesande* a donné de mon tems un degré éminent de perfection & de simplicité à cette machine, de sorte qu'avec peu de peine & en très peu de tems on parvient à retirer une très grande quantité d'air de dessous les récipiens dont on fait usage : il faut cependant convenir que nous n'avons encore aucune machine pneumatique qu'on puisse regarder comme parfaite ; car après même 600 coups de pistons, il reste toujours sous le récipient un fluide élastique, propre à soutenir le mercure de la jauge, à 2 & même 3 lignes au-dessus du niveau. On fait le vuide beaucoup plus exactement avec les grandes pompes que mon oncle & mon pere avoient inventées il y a près de 80 ans ; & quoique cette opération soit plus fatigante, on parvient néanmoins à évacuer le récipient au point que l'eau ne se soutient point dans la jauge à une hauteur plus grande au dessus du niveau, que celle qu'elle a coutume d'avoir lorsqu'on plonge un tube de verre dans l'eau & qu'elle y demeure suspendue en vertu de l'attraction de ce tube. Cette machine pneumatique est donc incomparablement meilleure que celle de *s'Gravesande*.

§. MMCXXI. Quoique l'air soit élastique, & qu'il soit composé de particules qui se repoussent mutuellement, il y a cependant quantité de corps qui attirent ce fluide & auxquels il s'attache & adhere fortement. Lorsque l'air s'attache ainsi à la surface des corps, on ne parvient pas aisément à l'en détacher, ainsi qu'on peut s'en convaincre lorsqu'on renferme un vase de verre en partie rempli d'eau, sous le récipient de la machine pneumatique ; dès qu'on fait le vuide sous ce récipient, on voit des bulles d'air adhérentes au fond & aux parois du vase, qui ne s'en peuvent détacher qu'avec beaucoup de peine, eu égard à l'adhérence qu'elles contractent avec ces surfaces. On observe pareillement que l'air contracte une adhérence avec les métaux, les demi-métaux, les pierres, les bois, les végétaux quelconques, sur-tout avec la surface nerveuse des feuilles, ainsi qu'avec les parties animales qu'on plonge dans l'eau. Ce phénomene s'observe sur-tout pendant l'été, & lorsque pendant le jour on expose au soleil le vase qui contient l'eau. Pendant l'hiver les bulles d'air ne se manifestent pas si sensiblement à la surface des corps qu'on plonge dans l'eau, de sorte qu'il paroît que l'air n'est pas moins attiré, qu'il est repoussé par les corps.

§. MMCXXII. Le poids de l'air qui est proche la surface de la terre étant connu, ainsi que son ressort, on peut comprendre aisément tout ce qui concerne le méchanisme des pompes. On distingue trois especes de pompes simples ; savoir, les *pompes aspirantes*, les *pompes à élever l'eau* & les *pompes foulantes*. On combine quelquefois ensemble ces trois especes de pompes, de sorte qu'elles sont tout à la fois aspirantes & à élever, ou aspirantes & foulantes ; enfin à élever & foulantes. Outre ces différentes pompes, il y en a encore d'autres qui sont composées de plusieurs, mais dont on peut comprendre aisément le méchanisme, dès qu'on connoît celui des pompes simples. Je ne parlerai point de ces dernieres ; je me bornerai seulement à établir ici les principes sur lesquels les pompes simples sont construites.

§. MMCXXIII. De quelque pompe quelconque qu'on fasse usage, il faut toujours employer du mouvement pour élever l'eau, ou tout autre fluide quelconque ; c'est pourquoi il faut, 1°. ou faire mouvoir le piston,

la pompe demeurant immobile ; 2°. ou faire mouvoir la pompe, le piston restant dans la même situation ; ou 3°. faire mouvoir en même-tems le piston & la pompe.

§. MMCXXIV. Nous allons commencer par donner la description de la pompe ordinaire, dont on fait universellement usage en Hollande.

Le canal AB [*Tab.* 56. *fig.* 4.], qui plonge dans l'eau du puits, est soudé au corps de pompe BRS ; la partie inférieure BHR de ce corps de pompe est d'une figure conique, afin qu'il puisse embrasser exactement le corps conique H, qui porte une soupape, & que l'eau ne puisse point se faire jour & retomber par l'espace qui pourroit rester autour de leur jonction. La pompe est, à proprement parler, la partie HBSS, qui est une cavité cylindrique, dans laquelle s'éleve l'eau du puits, après avoir soulevé la soupape H, laquelle retombant ensuite, empêche que l'eau qui a passé au-dessus ne retombe dans le puits : la pompe se termine supérieurement par un ample réservoir E, qui porte un tuyau de décharge O, par où l'eau parvenue dans ce réservoir, s'écoule. M est un piston attaché à la queue IT, qui sert à l'élever ou à l'abaisser ; ce piston est creux, & il porte une soupape mobile N : on le fait mouvoir à l'aide d'un levier du premier genre TVP. Pour entendre maintenant le méchanisme de l'opération, il faut observer que le canal AB, ainsi que le corps de pompe BRS, sont remplis d'air qui est de même densité que celui de l'atmosphere ; mais dès qu'on éleve le piston M, & qu'on le fait mouvoir du fond HR de la pompe, jusques vers sa partie supérieure S, alors la masse d'air qui occupoit l'espace ABRH, se raréfie, & occupe l'espace ABSS, plus grand que le premier : cette masse d'air devenant plus rare, n'est plus en état de contrebalancer le poids de l'atmosphere ; ce dernier poids prévalant alors, oblige une certaine quantité d'eau à s'élever dans le canal déférent AB, laquelle jointe au ressort de l'air raréfié qui reste dans l'intérieur de la pompe, se trouve en équilibre avec le poids de l'atmosphere : si on baisse alors le piston, & qu'on le fasse descendre, la soupape H s'abaisse & se ferme ; le piston descendant dans l'espace que l'air occupe, le comprime : cet air comprimé leve, par la réaction de son ressort, la soupape N, & passe au-dessus. Si on éleve une seconde fois le piston depuis HR jusqu'en SS, l'air compris dans le canal déférent AB se raréfie encore, & se distribue une seconde fois entre cette capacité & celle du corps de pompe ; ce qui donne lieu au poids de l'atmosphere de porter encore plus haut l'eau qui passe dans le canal déférent : méchanisme qui a lieu à chaque coup de piston, & qui fait que l'eau s'éleve dans le canal déférent & dans le corps de pompe ; car après quelques coups de piston, il arrive que le piston descend dans une masse d'eau qui a passé au-dessus de la soupape HR : cette eau étant comprimée par la descente du piston, souleve la soupape N, passe au-dessus, & la referme par son propre poids, lorsqu'on éleve le piston ; de sorte que ce liquide s'élevant insensiblement dans le corps de pompe, il vient remplir le réservoir E, & il coule enfin par le tuyau de décharge O.

Il n'est pas hors de propos de déterminer plus exactement cette opération par la voie du calcul ; & pour rendre ce calcul plus aisé, supposons que le corps de pompe & le canal déférent soient de même diametre : supposons encore que le point le plus bas HR, où se trouve le piston M, soit à 12

pieds de distance de la surface de l'eau A ; & que le mouvement de ce piston, depuis M jusqu'en S, soit de 4 pieds. Lorsque le piston est en M, c'est-à-dire, lorsque le piston se trouve placé au fond de la pompe, & qu'on ne l'a point encore fait jouer, l'air compris dans le canal déférent y est de même densité, & y jouit d'un ressort égal à celui de l'air extérieur. Nommons cet air S : cela posé, si on fait mouvoir le piston, & qu'on l'éleve de M en S, on aura A S = 16 pieds ; espace dans lequel l'air du canal s'étend. Supposons que, par cette premiere opération, l'eau s'éleve dans le canal jusqu'en D, dont nous désignerons la hauteur par X, l'air intérieur, réduit alors à l'espace D S, sera = 16 — x ; son ressort diminué, étant désigné par S, comme il est en raison inverse des espaces, on aura S : s : : 16 — x : 12. Par conséquent $\frac{12\,S}{16 - x} = s$. Or le poids d'une colonne d'eau de 32 pieds équivaut à la pression de l'atmosphere, & conséquemment = S.

On aura donc $32 : S :: x : \frac{S\,x}{32}$; c'est-à-dire, le poids de l'eau élevée x ; ce poids, ajoûté au ressort de l'air diminué, = S.

Donc $\frac{12\,S}{16 - x} + \frac{S\,x}{32} = S$. En divisant les termes par S, on aura $\frac{12}{16 - x} + \frac{x}{32} = 1$, ou $384 + 16\,x - xx = 512 - 32\,x$, ou $xx - 48\,x = - 128$; ajoûtant de part & d'autre 576, quarré de 24, on aura $xx - 48\,x + 576 = 576 - 128 = 448$. En tirant la racine, on aura $x - 24 = \pm \sqrt{448} = \pm 21{,}166$. Et ajoûtant de part & d'autre 24, on aura $x = 24 - 21{,}166 = 2{,}834$, ou A D. Maintenant, en retranchant A D de A B = 12, le reste deviendra = 9,166. Or appellons x toute la hauteur à laquelle l'eau s'élevera au premier & au second coups de piston, on aura alors, par l'équation précédente, $\frac{9{,}166}{16 - x} = \frac{x}{32} = 1$; équation qu'il faudra résoudre comme la premiere, & on trouvera $x = 5{,}098$: & en retranchant la premiere élévation de l'eau, on trouvera que la hauteur à laquelle l'eau s'éleve au second coup de piston, = 2 . 264 ; & ainsi de suite suivant la Table ci-jointe.

Coups de piston.	Hauteur de l'eau.	Hauteur entiere de l'eau.
1	2 . 834	2 . 834
2	2 . 264	5 . 098
3	2 . 025	7 . 123
4	2 . 043	9 . 166
5	2 . 413	11 . 579
6	3 . 620	15 . 199.

§. MMCXXV. *Martin* a ajoûté à cette théorie des choses très curieuses, que voici.

Soit a = la plus grande élévation du piston,
b = sa plus petite,
$a - b = p$, le mouvement du piston dans la pompe.

Soit h = la hauteur de la colonne d'eau qui est en équilibre avec le poids de l'atmosphere : cela posé, le théoreme précédent deviendra $\frac{b}{a-x} + \frac{x}{h} = 1$; par conséquent $b + \frac{ax - xx}{h} = a - x$, & $bh + ax - xx = ah - hx$, & $ax + hx - xx = ah - bh = ph$.

Supposons que $\frac{a+h}{2} = S$, on aura $2Sx - xx = ph$; & en changeant les signes, on aura $xx - 2Sx = -ph$; & en complettant le quarré, on aura $xx - 2Sx + SS = SS - ph$; & en tirant la racine, on aura $x - S = \pm\sqrt{SS - ph}$, & $x = \pm\sqrt{SS - ph} + S$.

§. MMCXXVI. A l'aide de ce théoreme général, on peut non seulement trouver la valeur de x, mais encore toute autre quantité quelconque; les autres quantités étant données. Supposons que la plus grande élévation du piston = 16 pieds = a; h = 32 pieds, & qu'on veuille élever l'eau à 10 pieds du premier coup de piston, on demande la valeur de P, hauteur à laquelle il faut élever le piston ? Puisqu'on a eu ci dessus $\frac{a+h}{2} = S$, on aura $\frac{16+32}{2} = 24 = S$.

Mais $2Sx - xx = ph$; donc on aura $P = \frac{2Sx - xx}{h}$; or $x = 10$, donc $\frac{2Sx - xx}{h} = \frac{2 \times 24 \times 10 - 10 \times 10}{32} = \frac{480 - 100}{32} = \frac{380}{32} = 11,875$, qui exprimera le mouvement en hauteur qu'il faut donner au piston.

§. MMCXXVII. Comme l'air se raréfie à chaque coup de piston, & comme à chaque fois que le piston descend, les soupapes H & N se ferment, & que l'air se trouve intercepté, l'eau doit être soutenue dans le tube; par conséquent le piston comprime l'air dans la pompe, jusqu'à ce qu'il y soit aussi dense que celui de l'atmosphere : il le comprime ensuite davantage, & cet air plus comprimé, acquiert alors assez de force pour soulever la valvule N, & pour s'échapper de la pompe.

§ MMCXXVIII. Par exemple, au premier coup de piston, l'eau s'éleve à 2,834 pieds; si on soustrait ce nombre de 16, on aura pour reste 13,166, qui exprimera l'espace dans lequel 12 pieds d'air se raréfient; & comme il se trouve alors moins élastique que l'air de l'atmosphere, il faut que le piston, en descendant, le réduise à un espace de 12 pieds avant qu'il puisse acquérir son premier degré de tension & de ressort : par conséquent le piston ne peut produire cet effet qu'il ne descende de 1,166 de pied; mais le mouvement de ce piston est de 4 pieds. Cet air peut donc encore être comprimé; puisque

4 pieds — 1,166 = 2,834, qui indique la quantité d'air qui doit sortir par la soupape N, & qui est égale à la quantité d'eau élevée.

§. MMCXXIX. Supposons maintenant que le piston soit reporté en M; si on fait monter ce piston vers le haut de la pompe, l'air compris en HD = 9,166, s'étendra dans un espace = 16 — 5,098 = 10,902. Si on abaisse ensuite ce piston, il faut qu'il comprime l'air, & qu'il le reduise à un espace = 9,166, avant qu'il puisse s'échapper par la soupape N : pour que cet air sorte, il faut que le piston descende de 1,736 pieds; & conséquemment 4 — 1,736 = 2,264, qui exprime la quantité d'air qui sortira au second coup de piston. L'air qui restera après cela dans le tuyau, sera = 9,166 — 2,264 = 6,902 pieds. En suivant cette méthode, on pourra trouver aisément les nombres qu'on doit avoir à chaque coup de piston.

§. MMCXXX. On concevra aisément par-là quel espace doit parcourir le piston en descendant, pour réduire l'air intérieur à la même densité que celui de l'atmosphere. Lorsque cet espace devra être plus grand que celui que le piston peut parcourir par le jeu qu'on lui a donné; alors l'eau ne pourra plus s'élever dans la pompe : car alors l'air ne pourra plus être chassé de la pompe; & ce cas a lieu lorsque le piston ne peut point assez approcher du fond de la pompe.

§. MMCXXXI. Supposant que ce cas arrive, nommons x la plus grande hauteur à laquelle l'eau puisse s'élever. Puisque la plus grande hauteur du piston = a, sa plus petite = b. La hauteur de l'atmosphere = h, & que a — b = p, ou le mouvement du piston : lorsque le piston sera parvenu au point le plus bas, auquel il puisse atteindre, l'espace où l'air sera renfermé sera = b — x; & lorsque le piston sera autant élevé qu'il le puisse être, il sera = a — x; la pression de l'air sera $\frac{b-x}{a-x}$, ou une partie de la premiere pression, qui étoit la pression entiere de l'atmosphere : le poids de l'eau en fait l'autre partie; savoir $\frac{x}{h}$, & ces deux poids joints ensemble, égalent celui de l'atmosphere; donc $\frac{b-x}{a-x}+\frac{x}{h}=1$; & par conséquent $bh - bx + ax - xx = ah - hx$; mais $ax - xx = ah - bh = ph$. En changeant les signes, on aura $xx - ax = -ph$. En complettant le quarré, on aura $xx - ax + \frac{1}{4}aa = \frac{1}{4}aa - ph$; donc $x - \frac{1}{2}a = \sqrt{\frac{1}{4}aa - ph}$. Donc $x = \pm \sqrt{\frac{1}{4}aa - ph} + \frac{1}{2}a$.

§. MMCXXXII. Par conséquent le mouvement du piston étant donné, ainsi que sa hauteur au-dessus de la surface de l'eau, on pourra connoître la plus grande hauteur à laquelle elle pourra s'élever, & conséquemment on pourra déterminer si la pompe dont on veut se servir est propre à l'usage auquel on la destine. En effet, supposons que a = 28, b = 25, p = 3, h = 32; alors $x = \pm 10 + 14$; c'est-à-dire, la plus grande hauteur à laquelle l'eau puisse s'élever, = 14 — 10 = 4 : car l'autre racine 10 + 14 est impossible; parceque toutes les hauteurs comprises entre 4 & 24 pieds, sont trop grandes.

§. MMCXXXIII.

§ MMCXXXIII. Supposons que $a = 24$, $b = 20$, $p = 4$, $h = 32$, $x = \pm 4 + 12$, ou $x = 12 - 4 = 8$ pieds, qui eſt la plus grande hauteur.

Si $a = 20$, $b = 16$, $p = 4$, on aura $x = \pm \sqrt{\frac{1}{4} aa - ph} + \frac{1}{2} a = \sqrt{100 - 128} + 10 = \sqrt{-28} + 10$. Mais comme la racine de -28 eſt une quantité imaginaire & impoſſible, ce cas ne peut pas avoir lieu dans la nature, & ph ne peut point être plus grand que $\frac{1}{2} aa$, l'eau s'élevant toujours aſſez pour atteindre le piſton. Lorſque $\frac{1}{4} aa = ph$, alors $\sqrt{\frac{1}{4} aa - ph} = 0$, & $x = \frac{1}{2} a$; dans ce cas $p = \frac{\frac{1}{4} aa}{h}$, ou $\frac{aa}{4h}$. Par conſéquent ſi $a = 16$ $\frac{1}{2} a = 8 = x$, la plus grande hauteur à laquelle l'eau pourra s'élever, & $p = \frac{1\,aa}{4\,h} = \frac{64}{32} = 2$ pieds, qui expriment le mouvement du piſton.

§ MMCXXXIV. On peut déduire de ce théoreme une loi générale pour les pompes.

Savoir, qu'aucune pompe ne peut élever l'eau, qu'à moins que l'eſpace parcouru par le piſton n'égale le quarré de la plus grande hauteur du piſton, diviſé par 128; parceque $P = \frac{aa}{4h} = \frac{aa}{4 \times 32} = 128$.

Supposons que la hauteur du piſton $= 16$ pieds, ſon quarré $= 256$; ce quarré, diviſé par 128, $= 2$: donc le plus petit mouvement que le piſton puiſſe avoir, doit être de plus de deux pieds. Si la hauteur du piſton $= 20$ pieds, on aura alors $20 \times 20 = 400$, & $\frac{400}{128} = 3 . 13$; par conſéquent le mouvement du piſton, dans ce dernier cas, doit être plus grand que $3 . 13$ pieds. Si la hauteur du piſton $= 12$, alors $12 \times 12 = 144$, & $\frac{144}{128} = 1 . 12$, qui exprime le plus petit mouvement qu'on puiſſe donner au piſton.

§. MMCXXXV. Les piſtons des pompes ordinaires ſont faits de bois: on leur donne la forme d'un étrier, ouvert à ſon milieu: on adapte à leur partie inférieure un cuir, de l'eſpece de ceux dont on ſe ſert pour faire des ſouliers. Ce cuir doit déborder le piſton, & ſe replier de bas en-haut ſur le piſton, pour ſe monter exactement ſur la cavité de la pompe; il faut avoir ſoin que ce piſton puiſſe ſe mouvoir graſſement dans le corps de pompe, ſans que ſon frottement ſoit trop grand: & ſi on a la précaution de verſer de l'eau dans le corps de pompe avant de faire jouer le piſton, il n'eſt pas néceſſaire alors que les cuirs s'appliquent contre les parois intérieures de la pompe. On ſe ſert quelquefois d'une pompe dans les laboratoires de Chymie, pour tirer de l'eau bouillante; alors au lieu de cuir, on entoure le piſton avec du gros linge, que l'eau ne brûle point, & on fait les ſoupapes avec des plaques de cuivre.

On ſe ſert de différentes matieres pour faire les piſtons, & on leur donne différentes formes, ſuivant les uſages auxquels on les deſtine. *Deſaguilliers* nous a donné la deſcription de pluſieurs eſpeces de piſtons. Pour démontrer d'une maniere très ſenſible que le contact immédiat du piſton contre les parois du corps de pompe, n'eſt pas auſſi néceſſaire qu'on le penſe; j'ai

imaginé de former un piston fait d'un sac de linge, qui ne portât aucunement contre les parois de la pompe, & qui me paroît devoir être compté parmi les meilleurs pistons que nous connoissions. A A B B [*Tab.* 56. *fig.* 5.] est un sac de linge lâche; son bord supérieur A A A est suffisamment large pour qu'il puisse remplir la capacité de la pompe, dans le cas où il viendroit à s'étendre : ce sac, vers sa partie inférieure, est replié de bas en-haut, & lié intérieurement autour de la partie C, afin qu'il pende librement & circulairement en B B, mais qu'il demeure fermé à cet endroit.

Au bord supérieur A A A sont attachés six fils D A, D A, qui sont un peu lâches, afin que les bords du sac puissent s'étendre par l'effort de l'eau, & remplir la capacité de la pompe, & afin qu'ils puissent se reporter en-dedans; ce qui donne au piston la facilité de descendre dans l'eau. I I est un cercle de cuivre ou de métal mince, attaché à la queue du piston, par le moyen de trois rayons, pour modérer le bord du sac, afin qu'il ne se porte point trop en-dedans, & qu'il ne vienne point s'appliquer contre la queue du piston; mais qu'il demeure toujours ouvert, & que l'eau puisse l'étendre lorsqu'on fait monter le piston.

§. MMCXXXVI. On a aussi imaginé différentes manieres de faire les soupapes, soit celles qu'on place dans l'intérieur des pompes, soit celles qu'on établit sur les pistons, afin qu'on pût faire monter à chaque coup de piston la plus grande quantité d'eau qui fût possible.

1°. Il y en a qui ne sont qu'un simple clapet de cuir, chargé d'un poids de plomb vers son centre : ce clapet porte vers une partie de sa circonférence une espece de queue de même matiere, qui forme une espece de charniere : la mobilité de ce clapet, fait qu'il cede aisément de bas en haut, & de haut en-bas. On en fait aussi avec des lames minces de métal, mobiles dans des charnons.

2°. On prend encore deux lames de métal semi-circulaires; la charniere qui les unit forme un des diametres de ces lames, & se trouve placée au milieu du trou qu'elles recouvrent : cette façon de construire une soupape, est propre à élever une très grande quantité d'eau.

3°. On en fait encore avec une plaque de cuivre, dont la charniere est placée vers l'une de ses extrêmités, & non à son milieu; par ce moyen cette soupape forme une espece de bascule; de sorte que lorsque l'eau souleve la partie la plus large de cette soupape, la partie la plus étroite se renverse en sens contraire, & descend dans l'eau. Cette méthode est fort ingénieuse.

4°. On place encore une balle de plomb, qui repose librement sur un trou rond fait au centre du piston, & que l'eau souleve lorsqu'elle veut passer au-delà; mais le poids de cette balle nuit à l'opération.

5°. On prend encore une plaque ronde de métal qui s'ajuste très bien à un trou rond formé au centre du piston : cette plaque porte un fil de fer saillant qui joue librement dans le trou, & qui sert à diriger la soupape lorsque l'eau la souleve : on voit le dessein de cette soupape en N, dans la pompe foulante représentée par la fig. 7.

§. MMCXXXVII. Il y a encore une espece de pompe simple, dont le service exige peu de peine, & qui est propre à tirer une grande quantité d'eau

d'un puits. ABC [*Tab.* 56. *fig.* 6.] eſt un tube qui plonge par une de ſes extrêmités A entierement ouverte dans le puits, & dont l'autre extrêmité C eſt munie d'une ſoupape de cuivre très mobile ; ce tube eſt entouré d'un plus grand DI, qui laiſſe entr'eux un eſpace aſſez grand pour qu'ils ne ſe touchent point : la partie ſupérieure de ce dernier porte auſſi une ſoupape E ; ce dernier peut être regardé, ou comme le piſton, ou comme la pompe. Ces deux tubes ſont encore renfermés dans un plus grand KM, PN, qui fait l'office de réſervoir, par le fond KN duquel paſſe le tube ABC, & auquel il eſt ajuſté & maſtiqué de façon que l'eau ne puiſſe point s'échapper par leur commune jonction. U eſt un demi-cercle adapté à la partie ſupérieure du plus grand des deux tubes intérieurs ; ce demi-cercle qui porte une ſoupape, eſt attaché à une queue QO, qui peut ſe mouvoir librement & directement de bas en-haut, & de haut en-bas, & pour que ce mouvement ſe faſſe exactement & ſans vacillation, on attache vers la partie inférieure du grand tube intérieur trois poulies G, F, H, qui s'appuient le long des parois du réſervoir, & qui ſervent à diriger le grand tube intérieur dans ſes mouvemens. La queue QO eſt auſſi dirigée par une barre quadrangulaire XZ, à laquelle elle eſt jointe, & qui paſſe par des ouvertures quadrangulaires, creuſées dans des points d'appui T & Y ; vers le milieu de cette derniere barre eſt adaptée en W une piece de fer qui porte un trou ovale, dans lequel ſe meut un bouton de fer formé à l'extrêmité d'un levier courbé en RS, & qu'on fait mouvoir par le moyen d'une manivelle V. Si on verſe un peu d'eau dans le réſervoir, & qu'on faſſe mouvoir le piſton, on fera monter en même tems le grand tube DE ; par ce moyen l'air compris dans l'eſpace CI, qui devient plus grand, ſe raréfie, & celui qui eſt compris dans le tube ABC ſouleve la ſoupape C, & l'air compris dans le tube ABC & dans l'eſpace IC, acquiert le même degré de tenſion : d'où il ſuit que l'eau du puits étant plus preſſée par celui de l'atmoſphere, s'éleve juſqu'à une certaine hauteur dans le tube AB ; mais pour que l'air n'engorge pas l'eſpace CI en paſſant par l'eſpace que laiſſent entr'eux les deux tuyaux, il faut ſe ſouvenir qu'on a verſé de l'eau dans cet eſpace, & que cette eau repoſe ſur le fond NK. En ſecond lieu, il faut conſidérer qu'en faiſant deſcendre le piſton OQ, & le tube ID avec lui, on comprime l'air qui eſt dans cet eſpace IC, & qu'on l'oblige par ce moyen à ſoulever la ſoupape E, & à s'échapper par cette ouverture, juſqu'à ce qu'il ſoit de même denſité que celui de l'atmoſphere : or lorſqu'on a fait jouer pluſieurs fois le piſton, & qu'on a épuiſé l'air du tube ABC, & du grand tube ID, l'eau ſe fait jour à ſa place, & monte dans le tube ABC ; de ſorte que lorſqu'on baiſſe enſuite le piſton, elle ſouleve la ſoupape E, elle coule dans le réſervoir, elle le remplit, & elle ſort par le tuyau de décharge R : par ce moyen on peut élever une grande quantité d'eau, & cette pompe eſt une ſimple pompe aſpirante, qu'on fait agir & mouvoir avec peu de frottement. Le canal ABC peut être quarré, ainſi que le canal DI qui l'enveloppe. On peut laiſſer entre ABC & DI un eſpace d'une, de 2 & de 3 lignes ; on peut auſſi donner une forme quarrée au réſervoir PMKN, & on peut également faire monter en même-tems une grande quantité d'eau, en faiſant jouer le piſton OQ ; parceque les parties de l'eau contractent entr'elles une forte adhérence, ſans quoi perſonne

ne pourroit comprendre *àpriori* comment, en mettant un si grand intervalle entre I D & C B, il pourroit se faire qu'en élevant le tuyau I D, l'air compris en N K ne passeroit point dans l'espace I C : ce qui arrive cependant aussi certainement que l'élévation de l'eau dans le tube A B C, pour passer de là dans le réservoir. Ce fut le célebre Artiste *Jean Paauw*, qui me fit part d'un fort beau modele de cet instrument.

§. MMCXXXVIII. Je me suis appliqué à trouver différens moyens pour pouvoir faire jouer directement les pistons; car dans les pompes ordinaires, on ne les fait mouvoir que d'une maniere oblique & bien imparfaite. La figure ci jointe [*Tab.* 56. *fig.* 7.] représente une pompe propre à élever l'eau à toutes sortes de hauteurs, & construite de maniere que le piston joue directement. A A est un tuyau qui plonge dans l'eau du puits; à son extrêmité supérieure B est placée une soupape qui, par sa disposition, permet à l'eau de passer dans le corps de pompe, & qui l'y retient dès qu'elle y est parvenue. C représente le piston de la pompe; il porte aussi une soupape, de même que les pistons des pompes ordinaires : ce piston est attaché à une queue cylindrique de métal. A la partie supérieure D de la pompe est adaptée une boîte garnie de cuirs percés par le milieu, qu'on a soin de graisser d'huile & de suif; afin que la queue du piston puisse se mouvoir librement à travers leur épaisseur, & qu'ils embrassent assez exactement cette queue, & qu'ils refusent passage à l'air & à l'eau. Les choses étant ainsi construites, l'eau qui s'éleve dans la pompe, se porte, à la vérité, vers la boîte à cuirs; mais elle ne passe pas outre : elle passe par une ouverture latérale L pour soulever ensuite une soupape N, qui se porte en s'ouvrant dans un réservoir de métal rempli d'air : l'eau qui pénetre, & qui est poussée dans cette derniere cavité, comprime l'air qui réside dans la partie supérieure de ce réservoir : l'air, par son ressort, réagit contre l'eau, & l'oblige à se porter dans le tube O P, qui s'ouvre dans un tuyau de cuir flexible S S S : ce tuyau se monte, à l'aide d'une vis, à la partie supérieure Q du réservoir; & l'eau étant continuellement poussée dans ce tuyau, jaillit continuellement par l'ajutage de métal adapté à l'autre extrêmité du tuyau. Mais revenons maintenant au piston de cette pompe : la queue de ce piston porte à sa partie supérieure une double regle dentée E F, E G : dans les deux dentures de ces regles engraine une roue, qui n'est dentée que sur sa demi circonférence; l'arbre de cette roue est conduit par une manivelle M : sur la monture de cette machine on remarque en K K deux rouleaux sur lesquels glissent les regles dentées, afin qu'elles conservent constamment leur même direction en ligne droite, lorsqu'elles se meuvent de bas en-haut, & de haut en bas : on tourne continuellement la manivelle dans le même sens; la roue engraine successivement dans les dents des deux roues, & on procure par ce moyen au piston les deux mouvemens qu'il doit avoir; car lorsque les dents I de la roue engrainent dans les dents de la regle E F, le piston est levé en haut par la rotation de la manivelle; mais lorsque la roue a fait une demi-révolution, ses dents commencent à engrainer dans celles de la regle G E, & elles sortent alors de l'engrainage qu'elles avoient contracté avec la regle E F, & en continuant à tourner la manivelle, on abaisse la regle G E, ainsi que le piston C. Cette méchanique procure un mouvement fort égal au piston, en supposant qu'on ait bien

proportionné les dents de la roue, & celles des regles E F, E G, ainſi qu'on l'a fait dans la machine que j'ai fait conſtruire. Je fis conſtruire cette pompe à Rotterdam par un excellent Artiſte nommé *Jacob Kley*.

§. MMCXXXIX. L'excellent Artiſte *Jean Paauw* a imaginé un autre moyen de faire mouvoir les piſtons. Lorſqu'on fait mouvoir circulairement la manivelle M, on imprime le même mouvement à l'axe E [*Tab.* 56. *fig.* 8.], auquel elle eſt attachée, ainſi qu'au levier F, qui porte un cylindre mobile ſur ſon axe ; ce cylindre ſe meut aiſément dans une eſpece d'anneau ovale CD, & éleve ou abaiſſe la queue du piſton GIK, dont le mouvement eſt borné par les deux points fixes G & H ; de ſorte que par ce moyen le piſton ſe meut de haut en-bas, & de bas en haut, en conſervant toujours la même direction : la queue de ce piſton paſſe à travers des colliers de cuirs gras en I, qui empêchent l'air, ainſi que l'eau, de s'échaper de la pompe : par cette méchanique, l'eau eſt obligée de paſſer dans un réſervoir L, où elle eſt preſſée par le reſſort de l'air, qui la force à paſſer dans le canal adapté au réſervoir, & à jaillir par l'ajutage N de ce canal.

§. MMCXL. La perfection des pompes dépend de pluſieurs conditions que voici.

1°. Il faut faire attention au diametre de la pompe, & conſéquemment à celui du piſton, afin de les proportionner aux puiſſances qu'on veut employer pour ſervir la pompe.

2°. Il faut faire enſorte que le piſton ſe meuve toujours directement ſelon la longueur de la pompe, & conſéquemment contenir ſa queue dans une ſituation toujours perpendiculaire, & empêcher qu'elle ne fléchiſſe.

3°. Il faut diminuer, autant qu'il eſt poſſible, le frottement du piſton contre les parois de la pompe, ayant ſoin cependant qu'il s'applique exactement à ces parois, & qu'il puiſſe refuſer paſſage à l'eau, ainſi qu'à l'air, qui voudroient s'inſinuer entre leur jonction.

4°. Il faut auſſi que le mouvement du piſton ſoit proportionné à la capacité de la pompe, à celle du canal qui porte l'eau dans la pompe, & à la hauteur à laquelle on veut élever l'eau.

5°. Le diametre de la pompe doit être auſſi dans un certain rapport avec celui du canal par lequel l'eau s'éleve dans la pompe, & avec la vîteſſe du piſton, & la hauteur à laquelle l'eau doit s'élever.

6° Il faut encore avoir égard aux ſoupapes, tant à celle qui eſt établie ſur le piſton, qu'à celle qui eſt placée dans la pompe, & à celles qui ſont établies dans les tuyaux déférens : il faut outre cela choiſir des endroits propres à établir les ſoupapes, afin que l'eau puiſſe être élevée avec la plus petite force poſſible, à la hauteur à laquelle elle doit parvenir.

7°. Il faut enfin déterminer la ſolidité qu'il faut donner aux pompes, aux piſtons, aux queues des piſtons, & aux canaux déférens ; & conſéquemment il faut déterminer l'épaiſſeur de chacune de ces choſes, ainſi que la matiere qui doit entrer dans leur conſtruction, afin qu'elles ſoient en état de réſiſter, & aux puiſſances motrices, & aux efforts qu'elles ont à ſupporter.

§. MMCXLI. Lorſque l'eau s'eſt élevée dans une pompe, & qu'elle remplit le corps de pompe, ou le canal déférent, juſqu'au piſton, la force avec

laquelle le piston est poussé de haut en-bas, est égale au poids d'une colonne d'eau, dont la hauteur est égale à la colonne perpendiculaire, & dont la base est égale à la section circulaire de la pompe, ou à la base du piston.

Supposons la pompe AB [*Tab.* 56. *fig.* 9.], l'eau étant en B, si on fait monter le piston depuis B jusqu'en C, & que l'eau soumise à la pression de l'air, suive le piston dans son élévation: si on conçoit que l'air extérieur, ainsi que l'air intérieur, soient expulsés de la cavité de la pompe; on concevra aussi-tôt que la colonne d'eau élevée CB fera effort pour descendre, & descendra avec tout son poids. Si on considere maintenant le piston C comme la partie supérieure de l'eau, & comme adhérent à sa surface; ce piston sera porté de haut en-bas avec une force égale au poids de l'eau: la puissance qui doit soutenir le piston doit donc être égale au poids de la colonne CB. Si on introduit ensuite de l'air, & dans la pompe, & autour d'elle, sa pression contre le piston C, pour le faire descendre, sera égale à la pression que l'air extérieur exerce contre l'eau pour la faire monter, & cette hypothese ne change pas la premiere; par conséquent la force de la puissance P, pour soutenir la résistance R, doit encore être, comme auparavant, égale au poids de la colonne CB.

Si on éleve donc davantage le piston, & qu'on le porte jusqu'en D, la colonne qui le suit, & qui y est immédiatement appliquée, sera = BD; par conséquent le poids de cette derniere sera à celui de la premiere, comme BD : BC, & la puissance P devra être dans le même rapport: par conséquent si BD a 30 ou 34 pieds de hauteur, la force requise P devra être autant grande qu'elle puisse être.

Si le tube BE [*Tab.* 56. *fig.* 10.], déférent, est d'un plus petit diametre que celui de la pompe, & que le piston soit élevé en D, ce piston sera entraîné en-bas avec une force égale à celle de la colonne d'eau BD, dont la base sera égale à celle de la cavité de la pompe EF: car si la pression de B en D se faisoit de bas en-haut, elle seroit la même, soit que le canal BE fût plus petit, ou qu'il fût de même diametre que le piston D.

§. MMCXLII. Soit que la pompe soit aspirante, ou foulante, si l'eau est élevée à la hauteur BD, le piston est poussé de haut en-bas avec un poids égal à celui qui pousse le piston d'une pompe aspirante, ou avec lequel le piston d'une pompe aspirante est attiré de haut en-bas; car dans l'un & dans l'autre cas, le piston est poussé de haut en-bas par un poids égal à celui d'une colonne d'eau DB.

§. MMCXLIII. Si l'eau, dans une pompe aspirante, est élevée à la hauteur DA, au dessus du piston D, la puissance qui doit soutenir le piston, doit soutenir le poids de la colonne DB & DA.

§. MMCXLIV. Mais s'il y a une soupape établie au fond FE de la pompe [*Fig.* 10.], lorsqu'on éleve le piston D, la soupape EF est ouverte; par conséquent la colonne DEFB forme une colonne continue, & elle tire le piston D avec un poids égal à celui avec lequel elle le tireroit, s'il n'y avoit point de soupape; par conséquent la puissance doit encore être la même que précédemment.

Mais si on suppose que la soupape EF soit fermée, alors le piston demeurant en repos en D, la colonne d'eau sera soutenue par le seul fond EF; car

la ſoupape EF fait l'office d'un fond, & la colonne d'eau ſera toujours également ſoutenue, ſoit que le piſton y ſoit, ou qu'on le ſupprime.

§. MMCXLV. On peut, à l'aide d'une pompe aſpirante, élever l'eau à toutes ſortes de hauteurs. Suppoſons que le canal déférent EB = 28 pouces, & qu'il y ait une ſoupape en E; que le piſton D, qui touche le fond de la pompe EF, ſoit élevé juſqu'en D, que nous ſuppoſerons de deux pieds, l'eau s'élevera alors juſqu'en D; puiſque la hauteur BD n'excede point 30 pieds: ſi on fait alors deſcendre le piſton à travers la maſſe d'eau élevée, & qu'on le porte juſqu'au fond de la pompe FE, la ſoupape ſe fermera, & l'eau demeurera élevée en D: ſi on éleve encore le piſton juſqu'en D, la colonne d'eau ED montera en A; la pompe ſe remplira de nouveau juſqu'en D, & l'eau demeurera élevée juſqu'en A, lorſqu'on fera deſcendre le piſton juſqu'en FE. Si on continue à manœuvrer, & qu'on releve encore le piſton juſqu'en D, l'eau s'élevera au-deſſus de A d'une quantité égale ED; de ſorte que, par le moyen de cette pompe, on parviendra à élever l'eau à la hauteur qu'on voudra.

Mais il faut remarquer que le canal déférent BE ne peut avoir que 30 pieds de hauteur, pris depuis B juſqu'en F, & même il ſeroit mieux de ne lui donner que 28 pieds de hauteur.

§. MMCXLVI. Maintenant la puiſſance P étant donnée, ainſi que la hauteur à laquelle on veut élever l'eau, on peut déterminer aiſément la capacité qu'il faut donner à la pompe, pour que la puiſſance ſoit en état de ſoutenir le poids de l'eau, & de produire ſon effet. Suppoſons que la puiſſance qui doit élever le piſton ſoit appellée P, & que la hauteur donnée à laquelle on veuille porter l'eau = a, & que le diametre cherché de la pompe = x, la colonne cylindrique d'eau (en ſuppoſant que la cavité de la pompe ſoit cylindrique), ſera en équilibre avec la puiſſance P. Par conſéquent P ſera = $\frac{314}{400}$ x x a. On aura donc $\sqrt{\frac{400\ P}{314\ a}}$ = x. Cela poſé, ſuppoſons que P = 10 ℔, que la hauteur à laquelle on veuille élever l'eau = 16 pieds, un pied cylindrique d'eau = 49 $\frac{1}{2}$ ℔; & conſéquemment 16 pieds = 792 ℔: or comme les cylindres de même hauteur ſont entr'eux comme les quarrés de leurs diametres, on aura ℔ 792 : 144 pouces quarrés : : ℔ 10 : 1,818 pouces quarrés; par conſéquent le diametre cherché de la pompe = $\sqrt{1,818}$ pouces, ou 1,34 pouces; & alors la puiſſance donnée pourra ſoutenir l'eau à la hauteur de 16 pieds.

Nous avons ſuppoſé que la puiſſance P agiſſoit directement; mais ſi on la fait agir par un levier, comme on a coutume de l'appliquer dans les pompes ordinaires, la pompe pourra avoir un plus grand diametre, & même, ſuivant le rapport du bras de levier, auquel la puiſſance ſera appliquée, à celle du bras auquel le piſton ſera attaché.

Nous avons auſſi ſuppoſé que le piſton ſe mouvoit ſans eſſuyer de frottement; ce qui ne peut point être vrai dans la pratique: il faut donc que la puiſſance ſoit plus grande pour élever le piſton, & il faut augmenter cette puiſſance à proportion du frottement.

Il faut auſſi obſerver que la pompe, ainſi que la plus grande hauteur à laquelle on faſſe monter le piſton, ne doivent point ſurpaſſer la longueur de la colonne d'eau qui eſt en équilibre avec le poids de l'atmoſphere.

En effet, ſuppoſons que le poids de l'air ſoit égal à une colonne d'eau D B = 34 pieds; ſi on éleve le piſton juſqu'en A, il reſtera un eſpace vuide entre la ſurface de l'eau qui eſt en D, & le piſton en A: par conſéquent le mouvement du piſton, depuis D juſqu'en A, devient inutile.

On peut voir pluſieurs choſes relatives à cet objet dans l'Architecture hydraulique de *Belidor*, Liv. 3. chap 3. depuis la page 73 juſqu'à la page 77.

§. MMCXLVII. Il faut remarquer que dans toutes ſortes de pompes quelconques, le poids avec lequel le piſton eſt preſſé de haut en bas, eſt égal au poids d'une colonne d'eau de même baſe que le piſton, ou que la ſection de la pompe, & de même hauteur que cette colonne.

Quoique le diametre de la colonne élevée ſoit plus petit ou plus grand que le diametre de la pompe, le piſton ſupporte toujours une même preſſion: pareillement, quoique l'eau s'éleve perpendiculairement ou obliquement, la preſſion contre le piſton demeure toujours la même: ce qui ſuit manifeſtement de ce que nous avons démontré ci-deſſus par expérience, ou ce qu'on peut démontrer ainſi.

A l'un des bras de la balance A B [*Tab.* 57. *fig.* 1.] ſoit ſuſpendu un tube de verre d e, fermé hermétiquement à ſon extrêmité ſupérieure; que ce tube ſoit mis en équilibre à l'aide d'un contre-poids, placé dans le baſſin C, il faut d'abord prendre un petit tube, par exemple, de 10 pouces de longueur: lorſqu'on l'aura mis en équilibre avec un contrepoids ſuffiſant, on le remplira d'une certaine quantité de mercure, on le retournera en ſens contraire, afin de le peſer de nouveau, pour connoître le poids du mercure qu'il contient: lorſqu'on ſera aſſuré de ce poids, on ſuſpendra ce tube dans ſa premiere ſituation, au bras de la balance; c'eſt-à-dire, ſa partie ſupérieure d, étant fermée, & ſon inférieure e ouverte. Cela poſé, le bras A de la balance ſera ſollicité de haut en-bas par un poids égal au poids du tube & au poids du mercure qu'il contient: mais la colonne de mercure compriſe dans ce tube, eſt elle même pouſſée de bas en-haut par la colonne d'air qui ſe préſente à l'orifice e du tube, avec une force égale à celle avec laquelle elle tend à deſcendre; par conſéquent le mercure compris dans le tube ne tend point à faire deſcendre le bras A de la balance: néanmoins ce bras A, ſuivant que l'expérience le fait voir, eſt ſollicité de haut en-bas avec une force égale au poids du mercure compris dans le tube; parceque la colonne d'air qui s'appuie ſur la voûte d du tube, la pouſſe de haut en-bas avec une force égale à celle avec laquelle la colonne de mercure tend à deſcendre par l'orifice e; & conſéquemment on trouve ici trois cauſes qui agiſſent ſur le bras A de la balance, & qui le ſollicitent à deſcendre. 1°. Le poids du verre, 2°. le poids du mercure, 3°. le poids de la colonne d'air, qui s'appuie ſur la voûte du tube: or l'une de ces trois cauſes, ſavoir le poids de la colonne de mercure, compriſe dans le tube, devient nulle; parcequ'elle eſt ſoutenue par la colonne d'air qui ſe préſente à l'orifice e, & qui agit de bas en-haut contre la colonne de mercure.

Suppoſons maintenant que le tube d e ſoit une pompe, remplie par une colonne

colonne d'eau d e, & que la voûte d soit le piston que la puissance soutient ; dans cette supposition, la colonne d'eau comprise dans le corps de pompe, est à la vérité soutenue par le poids de l'atmosphere ; mais le piston en d est poussé de haut en bas par la pression de l'air qui s'appuie dessus avec une force égale au poids de la colonne d e ; par conséquent si on attache ce piston au bras A de la balance, il tendra à descendre, & en vertu de son propre poids, & en vertu de la pression de l'air qu'il essuie, pression qui est égale au poids de la colonne d'eau d e ; il tendra donc à faire descendre le bras A de la balance, en vertu de ces deux forces réunies.

§. MMCXLVIII. *Belidor* a démontré d'une maniere très curieuse, de quelle façon il faut considérer le mouvement de l'eau par un canal qui porte l'eau dans une pompe, lorsqu'on éleve le piston (1).

Soit le canal A B C D E F [*Tab.* 57. *fig.* 2.] rempli d'eau jusqu'en A B, & dans lequel le piston P soit poussé par la pression de l'eau jusqu'en E F ; mais qui est retenu en partie par la puissance R, afin qu'il se meuve plus lentement qu'il se mouveroit, si on supprimoit la puissance R. La vîtesse avec laquelle le piston P seroit poussé, si on supprimoit la puissance qui résiste en R, seroit égale à celle du fluide qui couleroit par l'orifice E F : or cette derniere est comme la $\sqrt{\text{de la hauteur A C}}$. Supposons que cette vîtesse $= \sqrt{a}$, la vîtesse avec laquelle le piston est poussée, lorsque la puissance R agit contre lui, est moindre que celle dont nous venons de parler ; néanmoins elle doit être égale à une vîtesse qui viendroit de la chûte d'un corps qui tomberoit d'une certaine hauteur. Appellons donc cette hauteur b, la vîtesse dont il est ici question sera donc $= \sqrt{b}$. Maintenant la vîtesse respective est égale à la vîtesse qu'un corps acquerroit en tombant d'une certaine hauteur : supposons que cette hauteur $= c$, cette vîtesse sera donc $= \sqrt{c}$: par conséquent on aura l'équation suivante, $\sqrt{a} = \sqrt{b} + \sqrt{c}$; parceque la vîtesse respective du piston, jointe à la vîtesse qu'il a réellement, exprime celle avec laquelle le fluide se meut, ou lui est égale.

Or la vîtesse respective est produite par la puissance R ; par conséquent comme l'action de cette puissance est comme le quarré de sa vîtesse, son action sera comme le quarré de la différence entre la vîtesse avec laquelle le fluide se mouveroit, si on supprimoit le piston & la vîtesse du piston : or comme cette vîtesse est actuellement $= \sqrt{a} = \sqrt{b} + \sqrt{c}$, on aura $\sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{c}$; par conséquent l'action de la puissance R $= c$.

Supposons donc que la hauteur du fluide B C $= 10$ pieds : dans cette supposition, ce fluide acquiert une vîtesse avec laquelle il peut, en une seconde, parcourir, à très peu de choses près, 24 pieds 6 pouces : ce qui $= \sqrt{a}$: que le

(1) Archit. hydraul. Lib. 3. chap. 3. p. 77.

piſton P ait une vîteſſe ſuffiſante pour parcourir 5 pieds 6 pouces, en une ſeconde, alors la racine b = 5 pieds 6 pouces.

$$\text{Donc } \sqrt{a} - \sqrt{b} = 24 - 6$$

$$\text{Si on ſouſtrait } \quad 5 - 6$$

$$\text{La vîteſſe reſpective de } R = \sqrt{c} \text{ ſera} = 19 - 0$$

Or un corps grave qui tombe de la hauteur de 6 pieds 4 lignes, acquiert une vîteſſe ſuffiſante pour parcourir 19 pieds 2 lignes, par conſéquent la puiſſance R, en ſoutenant le piſton P, agit comme une colonne de fluide de 6 pieds 4 lignes de longueur, dont la baſe eſt égale à celle du piſton. Voici un ſecond exemple.

Suppoſons que B D = 15 pieds, ſa vîteſſe ou $\sqrt{a}$ ſera = 30 pieds, la vîteſſe du piſton P = $\sqrt{b}$ = 5; on aura $\sqrt{c}$ = 25. Or un corps grave qui tombe d'une hauteur = 10 pieds 5 pouces, acquiert une vîteſſe ſuffiſante pour parcourir 25 pieds en une ſeconde : donc la puiſſance R ſera égale au poids d'une colonne d'eau de 10 pieds 5 pouces de hauteur, & de même baſe que le piſton.

Par conſéquent toute la force avec laquelle le fluide preſse le piſton, eſt à la puiſsance R, qui ſoutient le piſton, comme la hauteur de la colonne du fluide = 15 eſt à la hauteur de la colonne qui produit une vîteſse = $\sqrt{c} = 10\frac{5}{12}$.

Par conſéquent plus la vîteſſe du piſton eſt grande, plus la puiſſance R, qui réſiſte, pourra être petite, & réciproquement.

§. MMCXLIX. Suppoſons un tube ACBESFG [*Tab.* 57. *Fig.* 3.], muni d'un robinet TV, que ce tube ſoit rempli d'eau juſqu'en AC; ſur le côté DC, pris comme axe d'une parabole, ſoit décrite la parabole CPH; ſoient menées les ordonnées OP, DH, qui exprimeront les vîteſſes que le fluide auroit s'il couloit par un trou fait en O ou en D : le fluide compris dans le canal DX, ſera donc pouſſé avec une vîteſſe exprimée par DH; ſi on ouvre le robinet TV, & que le fluide ſe précipite dans le tube DX, juſqu'en SF, il s'élevera dans le tube SFG, mais il s'y élevera avec un mouvement retardé, & qui deviendra d'autant plus lent, que ce fluide s'élevera davantage.

Car le fluide ACB doit élever celui qui eſt compris dans le tube SFG, & il doit en élever une quantité d'autant plus grande, que le tube SFG en contient davantage; mais comme le fluide compris dans le tube ACB agit toujours avec la même force, parceque ſa preſſion eſt uniforme, cette preſſion produira continuellement de moindres effets, à proportion qu'elle ſera obligée d'élever une plus grande quantité d'eau dans le tube SFG; donc le fluide s'élevera avec un mouvement retardé dans le tube SFG.

Le fluide qui s'éleve dans le tube SFG, eſt comme le piſton P de la fig. 2, qui ſe mouvoit avec moins de vîteſſe que le fluide compris dans le tube

ACB ; par conséquent si le fluide s'éleve depuis SF jusqu'en QR, la vîtesse respective sera égale à celle qu'un corps grave auroit acquise en tombant de G en Q, vîtesse qui est, comme OP, ordonnée à la parabole.

Soit conduite du point B une autre parabole, mais en sens contraire de la premiere & = BKI ; soit tirée BM = DH ; soit élevée la perpendiculaire MI sur BM ; soient enfin tirées LK, lk paralleles à MBDF.

Les choses étant ainsi disposées, supposons que le fluide se soit élevé depuis PF jusqu'en QR, la vîtesse respective sera égale à celle d'un corps grave qui seroit tombé de G en Q, ou comme l'ordonnée OP, qui est ici = KN, la vîtesse de l'eau qui s'éleve en QR sera comme PQ ou LK ; car toute la vîtesse du fluide dans le tube ACD est = DH = BM = NL ; mais la différence entre les vîtesses ou les ordonnées BM, NK = KL : par conséquent toutes les droites menées entre la parabole BKkI, & la droite MLlI, & toutes les perpendiculaires sur IM, exprimeront les vîtesses du fluide qui s'éleve dans le tube SFG.

Corollaire 1. Comme l'aire de la parabole ABI = $\frac{2}{3}$ du rectangle ABMI, on aura l'aire MBI = $\frac{1}{3}$ du rectangle ABMI.

Donc le tube SFG se remplira de bas en-haut dans un tems trois fois plus long que si le fluide se fût toujours mû avec une vîtesse = DH, qu'il acquiert en dernier lieu.

Corollaire 2. Le fluide remplit, en s'élevant, le tube dans un tems différent de celui qu'emploieroit un corps solide pour s'élever à la même hauteur, en supposant qu'il commençât à se mouvoir de bas en haut avec une même vîtesse ; car la somme des vîtesses est comme la parabole DHC, qui = IAB = 2 BMI.

§. MMCL. Supposons maintenant un siphon à deux branches, semblable au précédent, dont l'une des branches soit continuellement remplie d'eau, & dont l'autre soit remplie jusqu'en QR [*Tab.* 57. *fig.* 4.] : comme on suppose ici un piston P soutenu par une puissance T, ce piston pourra être soulevé & porté de QR en bc, avec une vîtesse uniforme. Lorsque la vîtesse du piston est plus grande que celle avec laquelle l'eau s'éleve de bas en haut, il se fait un vuide entre le piston & le liquide. Mais si le piston se meut avec une vîtesse moindre que celle de l'eau qui le suit, alors une moindre quantité d'eau suffira pour remplir le canal.

§. MMCLI. Supposons que les branches du siphon aient 31 pieds de hauteur, & que le poids de l'eau comprise dans la branche AD, soit égal à celui de l'atmosphere, & qu'en conséquence on puisse prendre l'un pour l'autre l'un ou l'autre de ces deux poids, selon qu'on le jugera à propos. Supposons donc que le seul tube GL soit plongé dans l'eau jusqu'au niveau de DS, & que le tube LG soit vuide d'air, l'eau se portera alors dans ce tube, comme nous l'avons démontré ci dessus, & alors elle atteindra le piston T, & elle le suivra lorsqu'on le fera monter avec un mouvement uniforme, ou elle ne le suivra pas.

§. MMCLII. Pour que nous puissions donc savoir si l'eau suivra le piston dans son élévation, cherchons, & la vîtesse que l'eau pourra avoir dans la plus grande élévation du piston, & la vîtesse du piston soulevé. Cette der-

niere ne peut point aller au-delà de 4 pieds en une feconde, ou la machine fe briferoit fur le-champ.

Appellons donc le poids de l'atmofphere, ou celui de la colonne d'eau qui lui eft égal, $=$ 31 pieds $=$ a. Suppofons que la plus grande élévation du pifton au-deffus de la furface de l'eau $=$ 16 pieds. Nommons cette élévation b: cela pofé, la plus petite vîteffe avec laquelle l'eau s'élevera dans la pompe, fera $= \sqrt{a} - \sqrt{b}$; fon quarré fera $= a + b - 2\sqrt{ab}$. Cherchons la valeur de $\sqrt{ab}$.

Cette valeur fera $22\frac{27}{100}$ pieds; donc $2\sqrt{ab} = 44\frac{54}{100}$. Or $a + b = 31 + 16 = 47$.

Souftrayons $2\sqrt{ab} = 44\frac{54}{100}$.

La moindre vîteffe fera $= 2\frac{46}{100}$ pieds.

Si donc la vîteffe du pifton $= 2\frac{46}{100}$ pieds en une feconde, l'eau fuivra le pifton.

Si la vîteffe du pifton eft plus grande, l'eau ne le fuivra pas.

§. MMCLIII. Pour renfermer toutes ces chofes fous une feule formule générale, nommons V la plus petite vîteffe de l'eau qui remplit la pompe jufqu'à la hauteur du pifton : appellons v la vîteffe du pifton, le diametre de la pompe D, le diametre du canal déférent d : cela pofé, l'eau fuivra le pifton, fi on a $V : v :: DD : dd$.

Par conféquent on aura $Vdd = vDD$.

Corollaire 1. Donc $\sqrt{\frac{vDD}{V}} = d$.

Corollaire 2. $\frac{vDD}{dd} = V$.

Corollaire 3. $\sqrt{\frac{Vdd}{v}} = D$.

Corollaire 4. $\frac{Vdd}{DD} = v$.

§. MMCLIV. Pour empêcher qu'il y ait de l'air compris entre le fond de la pompe & le pifton, ce qui pourroit nuire à l'intenfité de l'effet qu'on peut attendre d'une pompe, il faut avoir foin de remplir d'eau le canal déférent, ainfi que le corps de pompe, avant d'y introduire le pifton : cela pofé, en quelqu'endroit que la foupape foit difpofée, foit qu'elle foit établie dans le corps de pompe, ou dans le canal déférent, foit que le pifton touche à cette foupape, foit qu'il n'y touche point, à quelque diftance même que le pifton puiffe être éloigné de la foupape, il eft conftant qu'en pouffant alors le pifton dans le corps de pompe, il defcendra dans une maffe d'eau, & qu'il pourra parvenir à l'élever jufqu'à une hauteur fuffifante pour que la colonne élevée foit en équilibre avec le poids de l'atmofphere ; puifqu'il n'y aura point d'air intercepté entre le pifton & la foupape, qui puiffe s'oppofer à cet effet.

§. MMCLV. Il faut cependant observer qu'à proportion que le piston sera placé dans une partie plus élevée du corps de pompe, on doit lui imprimer un mouvement plus lent; car l'eau ne peut s'élever à une telle hauteur qu'avec une petite vîtesse, & même cette vîtesse devient très petite lorsque ce fluide parvient à une hauteur de près de 31 pieds: par conséquent si on a déterminé auparavant la vîtesse du piston, il faut avoir soin de le faire descendre dans le corps de pompe à une profondeur suffisante, pour que l'eau qui doit s'élever puisse suivre la vîtesse qu'on donne à ce piston: on doit même le faire descendre un peu plus bas qu'à la profondeur indiquée; parceque l'eau ne s'élevera certainement point avec toute la vîtesse qu'on aura déterminée par le calcul, eu égard au frottement qu'elle doit nécessairement éprouver, & dans le canal déférent, & dans le corps de pompe.

§. MMCLVI. Quant à ce qui concerne le mouvement des eaux qui sont poussées dans des canaux par le moyen des pompes, *Euler* a donné les regles suivantes, qu'on trouvera détaillées dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, année 1752.

1°. Pour que l'eau puisse être portée dans un réservoir élevé, par l'effort d'une puissance qui pousse le piston d'une pompe; supposons que le rapport du diametre à la périphérie de la pompe soit comme $1 : \pi$; que le diametre de la pompe $= a$; que la hauteur perpendiculaire du réservoir, au-dessus du fond de la pompe, $= g$; que la force qui fait descendre le piston $= K$; il faut alors que K soit plus grand que $\frac{1}{4} \pi a a g$.

2°. Pour que la force qui abaisse le piston puisse faire élever dans le réservoir la plus grande quantité d'eau possible, il faut que le canal qui porte l'eau dans ce réservoir, soit autant grand que faire se peut.

3°. La plus grande pression de l'eau s'exerce sur la partie inférieure de ce canal; il faut donc augmenter à cet endroit l'épaisseur du métal qui le forme, à proportion qu'il devient plus ample.

4°. Pour qu'on puisse pousser dans le réservoir la plus grande quantité d'eau possible, il faut que le canal déférent ait le moins de hauteur qu'il est possible; ce à quoi on parviendra, si on le dispose de maniere qu'il s'éleve perpendiculairement de la pompe dans le réservoir.

Car si on suppose deux canaux de même diametre, mais de différente longueur, les quantités d'eau qui s'en dégorgeront, seront entr'elles en raison réciproque des racines quarrées de leurs longueurs; de sorte qu'un canal quatre fois plus long ne fournira dans le même tems qu'une quantité d'eau sous-double.

5° Plus le canal déférent sera court, & plus le tems qu'on emploiera à faire mouvoir le piston dans la pompe sera court.

6°. Le tems qu'on emploie à faire descendre le piston dans une pompe étant donné, ainsi que les dimensions des parties d'une machine hydraulique, on peut trouver la force qui fait descendre le piston; la pression & la force qu'il faut donner aux canaux. Par exemple, supposons que le diametre de la pompe $= a$; que le rapport du diametre à la périphérie $= 1 : \pi$; que la hauteur que parcourt le piston, dans son mouvement, $= b$; que le diametre du canal déférent $= c$; que sa longueur $= l$; que la hauteur perpendiculaire de ce même canal $= g$; que le tems, une seconde, $= t$; que la

preſſion ſur la partie la plus inférieure de la machine $= p$, la quantité d'eau qui ſera élevée dans le tems déſigné par t, ſera $= \frac{1}{2} \pi a a b$; & dans une heure $= 5654 \frac{a a b}{t}$ pieds cubiques. K, qui déſigne la force qui fait deſcendre le piſton $= \frac{1}{4} \pi a a g + \frac{0,20106 a^4 b l}{c c t t}$. $p = g + \frac{0,256 a a b l}{c c t t} = \frac{4 K}{\pi a a}$. $t = \frac{0,4484 a a \sqrt{b l}}{(\sqrt{(K - \frac{1}{4} \pi a a g}}$ m″.

Suppoſons que $a = \frac{4}{3}$ de pieds, $b = 4$ pieds, & que cet eſpace ſoit parcouru dans un tems $t = 6$ m″; que le diametre du canal déférent $c = \frac{3}{4}$ de pied; que la longueur de ce canal $l = 3000$ pieds; que la hauteur $g = 60$ pieds, on aura alors $p = 60 + \frac{0,256 \times \frac{16}{9} \times 4 \times 3000}{\frac{9}{16} \times 36} = 330$ pieds; par conſéquent il faut donner au canal une épaiſſeur ſuffiſante pour qu'il puiſſe ſoutenir l'effort d'une colonne d'eau de 330 pieds de hauteur.

La force requiſe pour faire deſcendre le piſton, doit être $= \frac{\pi}{4} \times \frac{16}{9} \times 330 = 461$ pieds cubiques; & la quantité d'eau élevée en une heure, ſera $=$ 6701 pieds cubiques.

Belidor, dans ſon Architecture hydraulique, T. 2. Liv. 3. chap. 3. a traité d'une maniere fort étendue la théorie des pompes. *Deſaguilliers* a traité cette matiere d'une maniere plus conciſe, dans ſon Ouvrage intitulé : *Courſe of Experimental Philoſophy*. Vol. 2. Lect. 8. p. 169. *Martin* a rempli le même objet dans ſon Livre intitulé : *Philoſ. Britan.* T. 2. p. 288. Mais *Euler* ſur-tout nous a donné une très belle théorie ſur cela dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, année 1752.

§. MMCLVII. Nous avons déja avancé (§. 980), que l'air expoſé à l'action du feu, ſe raréfioit : d'où il ſuit que l'élaſticité de l'air, cette propriété en vertu de laquelle il tend à ſe développer en toutes ſortes de ſens, & à ſe dilater, augmente & acquiert une plus grande intenſité, lorſque le feu déploie ſon action contre ce fluide. Au contraire, l'air expoſé au froid, ſe condenſe & ſe réduit à un moindre volume, de même que s'il perdoit une partie de ſon reſſort.

L'expérience ſuivante fournit une preuve ſenſible de la force que l'air acquiert lorſqu'on l'expoſe à l'action du feu.

Fermez hermétiquement une petite ampoule de verre mince, remplie d'air; expoſez cette fiole à un feu violent, la chaleur que l'air acquerra développera ſon reſſort, il ſe raréfiera : & en faiſant effort pour s'étendre & pour occuper un plus grand volume, il briſera la fiole en produiſant une forte exploſion (1). Une veſſie qui ne contient qu'une petite quantité d'air, étant liée & fermée exactement, s'enfle à proportion qu'on la fait chauffer, & elle

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy, ann. 1710.

s'enfle au point de crever & de détonner. Mais *Amontons* a fait des expériences plus exactes sur les forces de l'air raréfié (1). Les résultats de ces expériences lui ont appris, qu'une grande ou une petite quantité d'air renfermée dans un vase, acquéroit, par la raréfaction que pouvoit produire la chaleur de l'eau bouillante, une force si considérable, que, comparée au poids de l'atmosphere, elle étoit avec ce poids dans le rapport de 10 à 33, & quelquefois de 10 à 35. Ce que j'ai aussi éprouvé moi-même plusieurs fois; puisque l'air, ayant acquis un tel degré de chaleur, élevoit une colonne de mercure comprise dans un tube à la hauteur de 8,286 pouces, la colonne de mercure du barometre étant à 29 pouces. Or le résultat de cette expérience est susceptible de plus & de moins, suivant que l'air renfermé dans la boule & dans le tube, est plus ou moins dense, plus ou moins sec, plus ou moins froid.

§ MMCLVIII. Lorsque l'air compris dans la boule de l'instrument étoit plus dense que celui de l'atmosphere, & qu'on l'exposoit pareillement à la chaleur de l'eau bouillante, on observoit que les forces expansives qu'il acquéroit alors, étoient en raison de sa densité (2). Ces résultats se faisoient observer lorsque l'air qu'on soumettoit à l'expérience étoit sec; mais pour peu qu'il fût imprégné d'humidité, on remarquoit qu'il acquéroit des forces beaucoup plus grandes; forces néamoins qu'on ne doit point attribuer à la dilatation de l'air, mais à la prodigieuse dilatabilité des vapeurs, & c'est pour cette raison que l'expérience d'*Amontons* ne peut point donner constamment le même résultat en tout tems & en tous lieux : ce qui a été confirmé depuis par *Galeat* (3), qui observa que la dilatation de l'air étoit un peu plus grande dans une cave que dans un donjon. Un autre jour il observa que cette dilatation étoit plus grande sur le sommet du donjon, moindre au-dessous & vers le milieu de cet endroit, enfin très petite dans la cave. Un autre jours ces raréfactions étoient encore différentes dans ces trois endroits, & il jugea que ces différences dépendoient des vapeurs qui flottoient dans l'atmosphere.

§ MMCLIX. Il suit de-là que la feu augmente le ressort de l'air; que toute humidité échauffée au point de se convertir en vapeurs, & mêlée avec l'air, produit le même effet, ainsi que plusieurs exhalaisons qui émanent de différens corps, aussi-bien que les vents qui sont Nord-Est.

§ MMCLX. Mais jusqu'à quel point le feu raréfie-t-il l'air? *Hauxbée* (4) a observé que la dilatation de l'air, prise depuis le terme de la glace, & comparée à celle qui est produite par la plus grande chaleur qu'on éprouve en Angleterre, pendant l'été, est dans le rapport de 6 à 7; rapport qui est à-peu-près le même que celui que j'ai remarqué dans ce Pays : j'ai cependant observé une dilatation un peu plus grande un jour que la chaleur étoit excessive. Le volume de l'air, pris au terme de la glace, & comparé avec celui qu'il acquiert par la chaleur de l'eau bouillante, sont entr'eux dans le rapport de 2 à 3. Mais le célebre *Bernouilly* a observé à Petersbourg, que les

(1) Hist. de l'Academ. Roy. ann. 1708. (2) Hist. de l'Academ. Roy. ann. 1702. (3) Comment. Bonon. Vol. 2. pag. 305. (4) Phœnomen. Pneum. Prop. 31. pag. 147.

dilatations de l'air, produites par la chaleur de l'eau bouillante, par la chaleur d'un des plus chauds jours d'été, & que son état de dilatation, un des jours où le froid de l'hiver est le plus sensible, étoient entr'elles, comme les nombres 6, 4, 3 (1). Le volume de l'air, dans le tems où il éprouve un froid semblable à celui qui produit de la glace, comparé à celui qu'il acquiert lorsqu'il est renfermé dans un tube de verre échauffé au point de se fondre, sont entr'eux dans le rapport de 1 : 3, en supposant néanmoins que le tube, ainsi que la masse d'air qui le remplit, sont tous les deux secs. *Robins*, ayant observé le volume que l'air occupoit dans un canon de fer froid, & celui qu'il acquéroit dans ce canon, lorsqu'il le faisoit rougir au feu, trouva que ces volumes étoient entr'eux, comme 1 : 4 (2). Mais pour peu que l'air soit humide, il se dilate douze fois davantage, & même plus, au-delà de la dilatation dont il jouit lorsque sa température est la même que celle de la glace qui commence à se former : c'est pour cette raison que le P. *Mersenne*, faisant des expériences avec une éolipile, trouva que l'air se dilatoit au point d'occuper un espace 70 fois plus grand (3). Les résultats de ces sortes d'expériences varient continuellement, suivant que l'air est plus sec ou plus humide, ainsi que *Stancart* & *de la Hire* l'ont appris d'après leurs propres expériences (4).

§. MMCLXI. Il y a plusieurs Physiciens qui demandent si l'air peut perdre tout-à-fait, ou en partie, le ressort dont il jouit; de sorte qu'on puisse le réduire dans un état d'inaction ? *Desaguilliers* a éprouvé à cet égard qu'une masse d'air renfermé dans un fusil pneumatique, pendant l'espace de 6 mois, n'avoit rien perdu de son élasticité (5); & il rapporte que plusieurs Physiciens, ayant fait de semblables expériences avant lui, ont assuré la même chose après avoir renfermé une masse d'air pendant un an, & d'autres pendant 7 ans; puisqu'alors, en donnant issue à cet air, il s'échappoit encore avec la même force que si on l'avoit récemment condensé. *Roberval* nous a assuré qu'une masse d'air, renfermé pendant 16 ans dans un fusil à vent, avoit conservé toute son élasticité (6). Mais ces sortes d'expériences ne sont point assez précises pour qu'on puisse en conclure quelque chose de certain : c'est ce qui m'a engagé à les faire d'une autre maniere. Je pris donc pour cela un tube de verre A B C D, [*T.* 57. *F.* 5.] de plus de 7 pieds de longueur, & dont le diametre étoit égal à ceux dont on peut faire usage pour construire de très gros barometres : ce tube étoit courbé en A B, qui n'avoit qu'un pied de longueur, il étoit fermé hermétiquement en A. Je fis couler dans la courbure B C une petite quantité de mercure que je versai par l'orifice D, pour intercepter la colonne d'air comprise dans la branche A B; & pour comprimer fortement cette colonne, je remplis de mercure pur & très sec le tube D C jusqu'en M, de sorte que la colonne de mercure comprise depuis G

(1) Duhamel, Hist. Academ. Reg. Lib. 4. §. 6. cap. 1.
(2) Benj. Rabins New Princi. of Gunnery Ch. 1. Prop. 5. pag. 12.
(3) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1708, pag. 13.
(4) Philos. Trans. n. 454. pag. 176.
(5) Phœnom. Pneum. Prop. 31. pag. 147.
(6) Duhamel Hist. Academ. Reg. Lib. 4. §. 6. cap. 1.

jusqu'en

jusqu'en M, avoit 6 pieds de longueur : la portion MD de ce tube, qui n'avoit qu'un pouce de longueur, demeura remplie d'air, & je scellai ensuite hermétiquement ce tube en D ; je le plaçai après cela sur une lame de fer, sur laquelle je l'attachai : je marquai sur la branche AB le point E, qui désignoit l'endroit jusqu'où la colonne de mercure s'étoit élevée, & par le même moyen, je déterminai l'espace AE, occupé par l'air ; j'observai ensuite régulierement la température de l'air, à l'aide d'un thermometre de *Farhenheit*, que j'avois placé à côté de cet appareil, qui étoit appliqué contre le mur, & je remarquai que chaque fois que la température de l'air étoit la même, la petite colonne d'air occupoit constamment l'espace AE ; je continuai ces observations pendant l'espace de 5 ans, & pendant tout ce tems, la colonne d'air eut à supporter la pression de la colonne de mercure GM. Ayant encore au bout de 5 ans rencontré la même température, je vis que la colonne d'air occupoit encore le même espace AE ; qu'elle s'étendoit & occupoit un plus grand espace lorsqu'il faisoit plus chaud, & qu'elle se réduisoit sous de plus petites dimensions lorsque le froid augmentoit ; de sorte qu'il me parut que cette petite colonne d'air ne perdit rien de son ressort pendant tout le tems que je la laissai en expérience. Cependant *Hauxbée* crut s'apercevoir que l'air contenu dans un état de condensation, perdoit de son ressort, & pouvoit être réduit à un état d'inaction. Voici une des expériences qui lui firent naître ce soupçon. Lorsqu'on injecte de l'air dans un vase de cuivre qui a coutume de servir pour faire une fontaine, cet air y demeure condensé pendant quelque tems : si on ouvre alors le robinet, l'air pousse l'eau & la fait jaillir ; mais il s'échappe aussi de l'air avec le jet d'eau. On peut, si l'on veut, fermer le robinet, & laisser les choses en cet état pendant quelques minutes ; mais si on ouvre une seconde fois le robinet, on voit encore sortir de l'air avec l'eau : si on referme le robinet pour ne l'ouvrir que le lendemain, on remarque encore le même phénomene. Je ne révoque nullement en doute le résultat de cette expérience ; car elle m'a souvent réussi de la même maniere : mais cet effet ne viendroit il pas de ce que la plus grande partie de l'air qu'on injecte dans la fontaine, se combineroit avec l'eau, se cacheroit, pour ainsi dire, dans les pores du vase ; or lorsqu'on ouvre la fontaine, il s'échappe, à la vérité, une grande quantité d'eau & une partie de l'air qui reposoit sur la surface de l'eau : mais il reste dans cette fontaine une certaine quantité d'eau, d'où la plus grande portion de l'air qui s'y est insinué, ne peut s'échapper si promptement ; il ne s'en échappe donc que lentement, & sur-tout parceque celui qui s'étoit porté, & pour ainsi dire, caché dans les pores du vase, se porte ensuite dans la cavité supérieure de la fontaine, qui ne contient plus alors un air si condensé : & c'est ce dernier qui s'échappe ensuite de la fontaine lorsqu'on vient à l'ouvrir. Au reste le célebre *Halles* a démontré que du soufre brûlé peut faire perdre à l'air l'élasticité dont il jouit ; parceque les parties de la fumée du soufre attirent à elles les molécules de l'air, & diminuent par ce moyen leur force répulsive, ainsi que *Desaguilliers* l'a soupçonné (1). Les charbons de terre embrâsés, le charpi allumé, la flamme d'une chandelle de suif, produisent le même effet.

(1) Philos. Trans. n. 454. p. 177. Course of Exper. Phil. Vol. 2. p. 48.

§. MMCLXII. Lorsque l'air qui est renfermé entre les molécules des fluides, est soulagé d'une partie du poids qui le presse extérieuremnnt, on le voit s'étendre, s'échapper d'entre ces molécules, & se développer sous la forme de globules : c'est pour cette raison que si on place sous le récipient d'une machine pneumatique un verre rempli d'un fluide quelconque, & qu'on fasse ensuite le vuide, l'air qui est renfermé dans les pores de ce fluide se manifeste aussi-tôt, & se fait remarquer sous la forme de petits globules, qui, au commencement de l'opération, ne sont pas plus gros que de petits grains de sable, mais dont le diametre augmente à proportion qu'on continue à pomper l'air. Quelques dimensions que ces globules acquerent, ils conservent toujours leur figure sphérique. Cette expérience réussit très bien avec de l'esprit de vin, de l'esprit de genievre, de l'eau; mais si on fait usage de biere, ou de sirop noir ordinaire, le liquide se convertit en une espece de mousse, qui s'éleve jusqu'au haut du vase, quelque long qu'il soit, & qui excede même ses bords, en faisant observer de petites vésicules, dont la grosseur ressemble assez à celle des graines du chanvre. On fait aussi mousser le vin rouge lorsqu'on le soumet à la même expérience : on observe d'abord de petits globules isolés qui se portent vers le milieu de la surface du liquide, qui paroissent ensuite flotter sur cette surface, se porter après cela vers les parois du vase, & qui l'entourent de toutes parts; il arrive cependant quelquefois que l'air ne se dégage qu'avec peine de cette espece de vin : mais si on plonge alors un fil de métal dans ce fluide, on détermine l'air à s'en échapper avec une très grande vîtesse; il souleve, en s'échappant, & il emporte avec lui de très grosses gouttes de ce liquide, qu'il éleve jusqu'à une certaine hauteur. Une décoction d'un bois étranger, que *Mussenbroek* appelle (*lignum campechiæ*), étant mise sous le récipient d'une machine pneumatique, y conserve pendant long-tems, & avec opiniâtreté, l'air qu'elle contient; parceque les parties de ce bois qui se sont dissoutes, & qui nagent dans la décoction, procurent une certaine ténacité aux molécules de l'eau : mais lorsque le ressort de l'air est augmenté au point de pouvoir vaincre la ténacité de ces parties, il s'échappe avec une force étonnante; il s'élance & heurte contre la voûte du récipient, & il emporte avec lui une grande quantité du liquide qu'il répand & qu'il jette au-delà du vase. L'expansion de l'air qui se décele toujours sous la forme de bulles, démontre d'une maniere sensible, que l'air n'est point composé de petites spires, qui peuvent, à la vérité, céder assez à l'effort d'une certaine pression, pour affecter une surface plane, mais qui ne peuvent point céder de tous côtés au point de s'arrondir parfaitement, ou de se développer sous la forme de petits globules, lorsque la pression vient à diminuer, ainsi que quelques Savans l'ont avancé.

§. MMCLXIII. Jusqu'à quel point l'air abandonné à lui-même, & dégagé de toute pression extérieure, peut-il s'étendre & développer son ressort? On ne peut résoudre que très difficilement cette question; parceque l'atmosphere est composée de plusieurs fluides élastiques très différens les uns des autres, & dont l'élasticité differe aussi considérablement. Si on demande donc jusqu'à quel point un air pur, ou un autre fluide élastique, ou un air mêlé avec d'autres fluides élastiques, peut s'étendre? pour répondre à cette question,

il faudroit d'abord pouvoir se procurer ces différens fluides très purs, & dégagés de tout autre; ce qui est très difficile: outre cela, il subsisteroit toujours une difficulté; savoir, comment on pourroit contenir ces sortes de fluides dans un espace vuide, de façon qu'ils n'agissent point les uns sur les autres, & qu'on pût les abandonner à eux-mêmes séparément, ou deux à deux, ou plusieurs ensemble; ce qui rend le problême insoluble.

D'après les expériences faites sur une masse d'air considérable, prise au hasard dans l'atmosphere, & renfermée sous le récipient de la machine pneumatique (qu'on ne peut point regarder comme un espace parfaitement vuide), on peut conclure que cet air, tel qu'il existoit à la surface de la terre, a pu être raréfié au point qu'il a occupé un espace 4000 fois plus grand que celui qu'il occupoit auparavant. Il faut cependant convenir qu'on n'observera que rarement une si grande expansion dans une plus grande masse d'air ordinaire; parceque cet air ne contient point toujours des exhalaisons aussi élastiques: par conséquent, lorsqu'on répétera cette expérience, on observera de grandes variétés dans les degrés d'expansion de ce fluide; & c'est pour cette raison que j'ai observé dans d'autres tems, qu'il n'augmentoit son volume que de 600 ou de 700 fois: il faut aussi convenir que l'expansion ou la dilatation de l'air, dépend en grande partie de la maniere selon laquelle on évacue le récipient. En soumettant à l'expérience du vuide ce fluide élastique, que l'eau chaude nous fournit, j'ai observé quelquefois qu'une petite particule de ce fluide se dilatoit au point d'acquérir un volume 46656000000 fois plus grand; mais on ne rencontre pas toujours dans l'eau chaude des particules aussi dilatables; ce qui fait qu'on ne peut point révoquer en doute, qu'une masse d'air quelconque, ne contienne des parties de différente ténuité, des parties dont la vertu élastique soit différente, & qui aient des qualités différentes les unes des autres, que la postérité, plus heureuse que nous dans ses recherches, pourra découvrir, séparer & conserver indépendamment les unes des autres.

§. MMCLXIV. Quoi qu'il en soit, l'air, qui fait portion de l'atmosphere qui entoure notre globe, étant composé de petites parties, se glisse & pénetre dans les pores de plusieurs corps solides: il se cache pour l'ordinaire, & il réside dans les pores des corps qu'il peut pénétrer profondément; & pour l'ordinaire il se meut librement dans ces especes de corps. Tels sont, dans le regne végétal, les racines, les oignons, les rejettons, les queues, les tiges, & conséquemment les bois, les feuilles, les fleurs, les fruits de tous les végétaux qui sont jusqu'à présent parvenus à notre connoissance, & que nous avons soumis à nos expériences, soit qu'ils soient secs ou verts: on doit encore ranger dans cette classe le papier, mince ou épais. Mais l'air ne pénetre point la poix noire, celle de Bourgogne, les résines, la colophone, les gommes, à peine même pénetre-t-il le papier lorsqu'il est imbibé d'eau ou d'huile; s'il le pénetre, ce n'est qu'à la suite du tems, & conséquemment il ne le pénetre que très lentement.

L'air pénetre encore le cuir des animaux lorsqu'il est sec, tel que le cuir de mouton, de veau, de cheval, de bœuf, le parchemin nouvellement fait, celui qui est vieux; mais il ne pénetre point le parchemin lorsqu'il est mouillé, ni le cuir enduit d'huile ou de suif; l'air ne pénetre point non plus

la corne, l'ivoire, la baleine, la dent d'hippopotame ou cheval de riviere, la vessie de cochon, de bœuf, ou toutes autres semblables membranes, seches ou mouillées, sur-tout si elles sont disposées de façon qu'elles présentent leur surface intérieure à l'air qui fait effort pour les pénétrer. L'air ne pénetre point non plus le suif ou la cire : cependant les os sont remplis d'air dans leurs parties qui sont spongieuses, telles que leurs apophises, ou près de ces apophyses ; les côtes en contiennent aussi une assez grande quantité : & c'est pour cette raison que ces sortes d'os donnent un libre passage à l'air.

Il y a aussi plusieurs fossiles qui donnent passage à l'air, tels que la pierre-ponce, la brique cuite, la pierre de Benthem, les marbres blancs, noirs, & de différentes couleurs, en supposant néanmoins que l'épaisseur de ces marbres n'excede point $\frac{1}{4}$ de pouce ; car je n'ai jamais observé qu'il ait pénétré, même à la longue, un morceau de marbre épais d'un pouce ou de deux. Ce fluide ne pénetre point non plus les métaux, les demi-métaux, les verres, la pierre bleue d Ecosse, & tous les autres corps dont les pores sont trop petits pour livrer passage à ses molécules, ou qui ont la faculté de les repousser : néanmoins, quoique l'air ne pénetre point les corps dont nous venons de faire mention, il paroît par l'expérience, qu'il parvient à se faire jour & à se cacher dans leurs pores ; puisque si on plonge ces sortes de corps dans l'eau, & qu'on les place sous le récipient de la machine pneumatique, on l'en voit sortir & s'échapper, & on le voit s'attacher fortement à leurs pores, ainsi que je l'ai déja annoncé : c'est pour cela que si on verse de l'eau dans des vases de verre ou de métal, & qu'après avoir placé ces vases sous le récipient on fasse le vuide, on observe alors & on remarque plusieurs bulles qui paroissent sortir du fond & des parois de ces sortes de vases. Cependant ayant fait bouillir pendant long-tems dans l'eau une masse d'étain qui pesoit 200 grains, je ne me suis point apperçu que sa gravité spécifique ait été différente avant & après cette coction ; de sorte que je n'oserois assurer que l'air pénétrât & se cachât dans les pores des métaux.

§. MMCLXV. Lorsque la masse d'air renfermée sous un récipient est remplie de vapeurs, & qu'on la raréfie ensuite à coups réitérés de piston, les vapeurs ne peuvent plus être soutenues lorsque cet air a acquis un certain degré de rareté ; elles se rassemblent alors, & elles forment une espece de nuage, & on parvient à les faire tomber sur la platine de la machine, en poussant encore plus loin la raréfaction de l'air : pendant cette expérience, l'air qui s'étoit, pour ainsi dire, caché dans les pores du récipient, se développe, s'en échappe, & emporte avec lui une partie des vapeurs qui répondent à ces pores : ce qui rend alors les parois du récipient plus transparentes. Si cependant ces vapeurs sont très abondantes, & que les parois en soient trop couvertes, on ne s'apperçoit point qu'elles deviennent plus claires & plus transparentes.

Il y a aussi plusieurs fluides que l'air pénetre intimément ; & lorsqu'il est parfaitement mêlé avec eux, on ne parvient presque jamais à l'en séparer, à moins qu'on ne fasse bouillir ces liqueurs pendant long-tems, ou pour procéder plus sûrement, à moins qu'on ne les place sous un récipient dont on retire l'air aussi parfaitement qu'on le puisse faire. Pour répéter ces sortes

d'expériences avec plus de sûreté, & aussi avantageusement qu'on puisse le faire, il faut avoir soin de faire chauffer les vases qui contiennent ces liqueurs avant de les soumettre à l'expérience, & il faut les faire chauffer jusqu'à ce qu'ils aient acquis 50 ou 60 degrés de chaleur, selon le thermometre de *Farhenheit*; ou s'il faut recourir à un plus grand degré de chaleur, je me sers de la méthode suivante. Je prends un vase E G H [*Tab.* 57 *fig.* 6.], dans lequel je verse le fluide que je veux examiner, & que je puis chauffer au-dehors, autant que l'expérience l'exige, même lorsqu'il est purgé d'air; ce vase communique avec un canal courbé A B C, uni en L avec la tétine de la machine pneumatique: au dessous de la jonction A du vase avec le canal de communication, est adapté un robinet qu'on a soin de fermer lorsqu'on veut retirer le vase E G H, ou lorsqu'on veut l'adapter de nouveau au canal de communication: on peut par ce moyen chauffer ce vase sur des charbons allumés, ou le secouer, suivant que l'expérience l'exige. La partie E est une platine de métal attachée au vase E H, par le moyen d'un mastic ou d'une cire molle préparée. Lorsqu'on veut faire ces sortes d'expériences avec exactitude, il faut avoir soin de bien laver le vase, de le bien essuyer, & de le sécher autant que faire se peut, pour que les bulles d'air qui se font observer pendant l'expérience, ne sortent point des parois du vase, mais du fluide qu'on examine; erreur qui n'arrive que trop souvent. La partie H de ce vase est plus étroite; sa partie G E est plus large, & sa figure ressemble assez à celles des vases dont je fais usage pour placer la jauge de mercure: c'est dans la partie étroite G H que je place le fluide que je veux soumettre à l'expérience. Je préfere cette méthode à celle dont on fait ordinairement usage, selon laquelle on place sous un récipient le vase qui contient le liquide qu'on veut examiner: en suivant cette derniere méthode, il arrive souvent que les vapeurs qui s'élevent de la liqueur, obscurcissent assez les parois du récipent, pour qu'on ne puisse point distinguer parfaitement ce qui se passe dessous: au contraire, selon la nouvelle méthode que j'expose ici, il suffit d'approcher auprès du vase des charbons allumés, pour dissiper la vapeur qui s'attache intérieurement aux parois du vase.

Voici les résultats des expériences que j'ai faites sur différens fluides tirés des trois regnes de la Nature.

Fluides tirés du regne animal.

1°. Ayant versé dans le vase que je viens de décrire du lait de vache qui étoit encore doux, en retirant l'air de ce vase, le lait se couvrit d'écume, qui s'éleva jusqu'à la hauteur d'un pouce; ce fluide cependant, comparé avec d'autres fluides, ne contient que très peu d'air.

2°. Du lait de beurre produisit une plus grande quantité d'écume, fournie par l'air qui s'en échappoit; & comme ce lait est moins visqueux que le premier, l'air s'en échappe aussi plus facilement.

3°. De l'urine humaine récente bouillonne davantage; les bulles d'air s'en échappent de toute la profondeur de la masse: on les voit s'élever du fond du vase; ces bulles se rassemblent pour s'élever ensemble, elles s'élevent de la surface du liquide, où elles sont très considérables.

4°. Pareillement l'air s'échappe avec impétuosité de la liqueur, connue sous le nom d'*amnios* dans laquelle un lapin est renfermé.

5°. On trouve aussi de l'air dans la bile du bœuf & dans celle de la brebis.

6°. Le sang rouge du bœuf, de l'agneau, de l'homme, en fournit aussi; mais on ne parvient à l'en faire sortir que difficilement lorsque ce sang n'est pas fluide : il s'y développe néanmoins, & il procure au sang un plus grand volume: c'est pour cette raison qu'une artere & une veine remplies de sang & liées à leurs extrêmités, se gonflent considérablement dans le vuide; elles s'élevent du fond d'un vase en partie rempli d'eau, dans lequel on les place pour les soumettre à l'expérience, & elles surnagent: si lorsqu'elles sont dans l'eau on les perce avec un scapel, on en voit sortir une grande quantité d'air sous la forme de bulles.

7°. On trouve aussi de l'air dans le blanc d'un œuf de poule, qu'on verse avec précaution sans l'agiter; la surface de ce fluide se couvre d'une grosse écume, & contient beaucoup d'air.

Fluides tirés du regne végétal.

1°. Le vin blanc de France contient beaucoup d'air; il bout fortement lorsqu'on a retiré l'air de dessous le récipient.

2°. Le vinaigre tiré du vin en contient aussi beaucoup, & on le fait fortement mousser dans le vuide.

3°. L'esprit de vin, celui de froment, sont aussi remplis d'une grande quantité d'air; ils bouillonnent fortement l'un & l'autre dans le vuide.

4°. La biere récente se convertit en mousse qui s'éleve jusqu'au haut du vase, quelque haut qu'il soit, & elle présente au spectateur un phénomene fort agréable à voir.

5°. Le sirop noir ordinaire est aussi rempli d'air; il mousse au point de remplir le vase qu'il contient, & offre au spectateur un phénomene aussi curieux que le précédent.

6°. L'huile d'olive, échauffée même jusqu'au 90e degré, ne donne aucun indice qu'elle contienne de l'air; elle ne fournit aucune écume.

7°. L'huile de raves, chauffée jusqu'au 90e degré, jette dans le vuide plusieurs bulles, & mousse considérablement: j'ai eu soin de la faire chauffer avant de la soumettre à l'expérience, afin de diminuer la ténacité de ses parties.

8°. L'huile de térébenthine est remplie d'air, d'écume, & elle mousse fortement dans le vuide; l'air s'en échappe, les bulles crevent promptement, & ne s'y conservent pas long tems.

Fluides tirés du regne fossile.

1°. L'eau de pluie contient beaucoup d'air; elle s'en dessaisit plus aisément lorsqu'on la fait chauffer : elle le pousse au-dehors; elle bout dans le vuide : il s'éleve à sa surface quantité de grosses bulles, qui emportent souvent avec elles, & avec impétuosité, une grande quantité d'eau qui s'éleve au-delà

des bords du vaſe, ſur-tout ſi on a donné à cette eau la chaleur du ſang.

2°. La ſaumure contient auſſi beaucoup d'air; elle bout fortement dans le vuide quoiqu'on remarque ordinairement que le ſel marin, qu'on met dans de l'eau purgée d'air, ne donne que très peu de globules aëriens.

3°. Une leſſive de ſel de tartre ne contient que très peu d'air; il ne s'en deſſaiſit qu'à peine: on n'y remarque qu'un très petit nombre de petites bulles éparſes çà & là, qui abandonnent à peine l'endroit où elles naiſſent.

4°. La pétrole contient beaucoup d'air; cet air s'en échappant avec impétuoſité dans le vuide, la fait bouillir & la fait mouſſer.

4°. L'eſprit de nitre fait avec du bole, ne contient que très peu d'air; il mouſſe très peu dans le vuide, quoiqu'il s'y dépouille entierement de l'air qu'il contient.

6°. L'eſprit de ſel ammoniac ne contient qu'une très petite quantité d'air; il ne pouſſe dans le vuide que fort peu de petites bulles: ce liquide eſt cependant composé d'eau, de ſel ammoniac, & de cendres gravelées.

7°. L'eſprit de ſel marin ne contient auſſi que fort peu d'air, ou ne s'en deſſaiſit preſque point dans le vuide.

8°. L'eſprit de vitriol, ſoumis à l'expérience du vuide, ne laiſſe preſque point échapper d'air: on remarque cependant ſur ſa ſurface une petite écume, produite par de petites bulles.

9°. L'huile de vitriol laiſſe voir ſur ſa ſurface quelques molécules d'air qui y forment une eſpece de mouſſe, & ces bulles acquerent des dimenſions d'autant plus grandes, que cette huile demeure plus long tems dans le vuide.

10°. L'eau-forte ne donne preſque point d'air dans le vuide; le peu qu'elle en fournit ſe manifeſte ſous la forme de très petites bulles.

11°. Le mercure ne permet preſque point à l'air qu'il recele, de s'échapper, à moins qu'on ne le faſſe fortement chauffer; lorſqu'on l'agite, afin d'engager ce fluide à s'élever plus aiſément, on détermine l'air adhérent aux parois du vaſe à ſe manifeſter & à s'élever ſous la forme de bulles, qui paroiſſent éparſes çà & là: mais on parvient à le purger d'air & de toute humidité quelconque, ſi on le fait bouillir lorſqu'il eſt renfermé dans la bouteille deſtinée à cette épreuve.

§. MMCLXVI. L'air eſt indiſpenſablement néceſſaire pour l'entretien de la vie des animaux, qui reſpirent de même que l'homme: ſi donc on renferme un animal ſous le récipient d'une machine pneumatique dont on retire l'air, on intercepte par ce moyen ſa reſpiration, le poumon de cet animal ceſſe alors de ſe développer: ce poumon, abandonné à lui-même, ſe reſſerre en vertu de la force contractile dont il jouit; ce reſſerrement du poumon porte une compreſſion ſur les vaiſſeaux ſanguins qui entrent dans ſa compoſition, & qui rampent ſur toutes les petites véſicules pulmonaires: cette compreſſion s'oppoſe à la dilatation de ces vaiſſeaux, qui ne permettent plus alors au ſang d'y pénétrer; la circulation devient donc interrompue dans le poumon: la circulation étant interrompue, le ſang du ventricule droit ne peut plus pénétrer dans le ventricule gauche, & ſe diſtribuer de ce ventricule dans

toute l'habitude du corps : toute la circulation, principe immédiat de la vie animale, cesse donc alors, & l'animal périt. On a remarqué jusqu'à présent que les gros oiseaux & les animaux terrestres qui sont devenus adultes, périssent en peu de tems dans le vuide ; on ne remarque cependant pas le même phénomene par rapport à ceux qui ne font que naître : car les chats, même huit jours après leur naissance, supportent, sans mourir, l'épreuve du vuide : on remarque pareillement que ceux qui ont encore le trou botal ouvert, ainsi que le canal artériel, qui communique de l'artere pulmonaire dans l'aorte, supportent l'expérience du vuide sans mourir. Les poissons renfermés dans un vase en partie remplie d'eau, dans laquelle ils nagent, & placés sous le récipient de la machine pneumatique, vivent encore long tems dans le vuide : parmi ces derniers il y en a plusieurs qui souffrent plus aisément cette épreuve ; on en voit qui y vivent pendant 2, 3, & même plusieurs jours : les anguilles, les grenouilles, &c, sont de cette espece. Il y en a d'autres, tels que les perches, qui sont incommodés sur le champ, qui se tournent aussi-tôt sur le dos, qui paroissent immobiles sur la surface de l'eau ; la vessie qui leur sert à nager, leur sort de la gueule : elle paroît considérablement tuméfiée par l'air qui s'y dilate, les yeux leur sortent de la tête, leur corps devient enflé dans toute son étendue par la raréfaction de l'air qui est compris dans toutes leurs humeurs, & ces symptômes sont un indice d'une mort prochaine ; car ces animaux ne résistent pas plus d'une heure ou deux à une telle épreuve. Lorsqu'on reporte de nouvel air sous le récipient, cet air, comprimant celui qui s'étoit dilaté, & dans leurs humeurs, & dans la vessie, le corps de ces animaux diminuant de volume, ils deviennent plus pesans que le volume d'eau auquel ils répondent, & ils tombent morts au fond du vase. Au contraire, lorsqu'on soumet à cette expérience des poissons dont la vessie ne se porte point au-dehors, & qui peuvent continuer à nager sous l'eau ; ces animaux souffrent, à la vérité, un mal-aise qui les inquiete : ils y demeurent dans un état de maladie qu'ils supportent pendant huit jours ; & si on leur reporte de nouvel air, on les voit alors surnager, ils viennent respirer de nouvel air, & ils se rétablissent dans leur premiere situation.

Mais ces expériences doivent être répétées sur toutes sortes de poissons ; & certainement on remarquera alors différens phénomenes ; parceque la constitution & la qualité des poissons differe considérablement, & qu'il paroît qu'il faut encore faire un grand nombre d'expériences avant de pouvoir tirer des conclusions générales de ces sortes d'expériences. Il peut se faire que plusieurs poissons aient la faculté de séparer l'air de l'eau par le moyen de leurs ouïes, & de le respirer pour le porter de-là dans leur sang, leurs humeurs, & dans leur vessie ; & conséquemment il peut être nécessaire qu'ils soient toujours dans de l'eau remplie d'un air qui se renouvelle continuellement, quoiqu'ils aient encore la faculté d'attrapper avec leurs ouïes les insectes qui se trouvent répandus dans l'eau, & qu'ils s'en nourrissent. Il faut procéder de la même maniere à l'examen des insectes ; & comme ces derniers sont exposés à différentes métamorphoses, il faut les soumettre à l'expérience, en les prenant dans tous les différens états par où ils peuvent passer, afin qu'on puisse s'assurer s'ils ont besoin d'air dans chacun de ces différens états pour

l'entretien

l'entretien de leur vie; car quoique les insectes qui sont devenus chenilles, meurent pour l'ordinaire dans le vuide, il ne s'ensuit pas pour cela que l'air leur soit indispensablement nécessaire lorsqu'ils sont parvenus à l'état de nymphe; j'imagine même que j'ai observé des insectes dans ce dernier état, qui vivoient dans le vuide, & qui, devenant ensuite papillons, ne pouvoient point résister à cette épreuve: je doute aussi que tous les insectes, devenus nymphes, puissent également supporter le vuide: c'est pourquoi je pense qu'on doit procéder à cet examen, en soumettant à cette expérience tous les insectes les uns après les autres.

J'ai vu plusieurs insectes, c'étoit de très petits scarabés très rouges qui se nourrissent de feuilles de lys blancs, qui vivoient gracieusement dans le vuide, & qui paroisoient y être fort à leur aise: j'en ai vu d'autres qui y mouroient sur le champ.

Swammerdam (1) rapporte qu'en mettant dans l'eau pendant 6 ou 7 jours des escargots de jardin, ils vivoient pendant long-tems. *Lyonette* (2) doute avec raison que tous les insectes aient la faculté de respirer, & que l'air leur soit nécessaire dans tous les différens états par où ils passent: il a confirmé par expérience, que la respiration n'a point lieu par les organes qu'on croit destinés à cet effet dans les chrysalides de chenilles que *Reaumur* nomme *sphinx*. Il est cependant certain qu'il y en a plusieurs qui respirent (3). Le scarabé qui n'a point d'aîles, & qui marche à pas lents, ne paroît point éprouver aucune incommodité dans le vuide, lorsqu'on l'y retient pendant une demi-heure; il y marche avec la même facilité: lorsqu'on reporte de l'air sous le récipient, ses cuisses se contractent, & il paroît comme saisi d'un nouveau bien-être qu'il éprouve (4).

§. MMCLXVII. Si on ouvre la poitrine d'un animal mort dans le vuide, on trouve que les poumons sont affaisés, resserrés, & qu'ils remplissent à peine la dixieme partie de la capacité de la poitrine; pour l'ordinaire, au lieu de surnager sur l'eau, ils tombent au fond, sur-tout si l'animal a été renfermé pendant long tems sous un récipient parfaitement purgé d'air, & sous lequel on n'a introduit que très lentement de nouvel air, qui n'a point pu se jetter avec impétuosité dans les poumons de cet animal, & gonfler les vésicules pulmonaires: mais si on enleve de la poitrine de cet animal le poumon & la trachée-artere, & qu'on jette le tout dans l'eau; alors le poumon ne va point au fond de ce liquide, par rapport à la grande cavité vuide, qui fait partie de la trachée-artere: mais si on coupe une partie de l'un des lobes du poumon, & qu'on la jette dans l'eau, elle tombe aussi-tôt au fond. Pareillement si on porte de l'air avec impétuosité sous le récipient, cet air se portera dans les vésicules pulmonaires; il les enflera, il rendra par ce moyen le poumon plus léger qu'un pareil volume d'eau, & il surnagera. Il arrive quelquefois que les Médecins sont consultés pour savoir si un enfant nouvellement né, a eu vie ou non; ils ont recours pour cet effet au poumon, qu'ils jettent dans l'eau, & ils examinent s'il surnage, ou s'il tombe au fond de l'eau. Mais pour qu'on puisse ajoûter foi à cette épreuve, il ne faut point

(1) Biblia Natur. T. 1. pag. 115 (2) In notis ad Lasseri Theolog. insect. T. 1. p. 124. (3) Ibid p. 128 (4) Philos. Trans. n. 457.

soumettre à cette expérience tout le poumon; mais seulement une partie de l'un de ses deux lobes : si cette partie surnage, c'est une preuve incontestable que l'air a pénétré dans le poumon; & conséquemment que l'enfant a respiré; si au contraire elle tombe au fond de l'eau, c'est une preuve certaine que l'enfant n'a point respiré.

§. MMCLXVIII. Nous avons dit ci-dessus que les animaux mouroient dans le vuide; parceque la circulation du sang étoit alors arrêtée, & parceque l'air ou le sang ne pouvoient plus alors se faire jour dans le poumon : en effet, dans l'espace d'une heure, un adulte absorbe pour l'ordinaire, par la voie de l'inspiration, 3692 pouces cubiques d'air, qui se mêlent avec le sang, sans y comprendre l'air qui se mêle intimément avec le chyle, & qui se porte dans le sang par les vaisseaux lactés; de sorte que dans l'état naturel l'air se porte dans le sang, ainsi que dans les autres humeurs, au moins par deux routes différentes : or dans le vuide, le sang ne reçoit plus de nouvel air qui se mêle avec lui. Mais la vie animale ne dépend pas seulement de l'air : car on remarque dans le vuide que toutes les parties de l'animal ne périssent point tout à fait; puisque le cœur & les muscles conservent leur irritabilité pendant plusieurs heures, aussi-bien dans le vuide que dans le plein. En effet, si on pique, ou si on comprime un nerf qui se jette dans les unes ou dans les autres de ces parties, ou qu'on injecte de l'eau chaude ou de l'huile de vitriol, on a alors une preuve très complette de leur irritabilité, qui périt néanmoins après un certain tems : mais si lorsque l'irritabilité périt, on électrise ces parties, on remarque encore de nouvelles contractions, de nouveaux mouvemens dans les muscles; ils se durcissent & se contractent, comme si l'animal étoit encore vivant, & cet effet a lieu & s'observe pendant plusieurs heures; mais à la fin, ni l'électricité, ni la chaleur, ne peuvent plus produire de mouvemens dans les muscles; ils tombent alors dans l'inaction, & la vie animale périt entierement. Les parties qui ne reçoivent plus de nourriture, tombent dans le relâchement, & se pourrissent. J'ai répété ces expériences sur le cœur de plusieurs anguilles, & sur les pattes de plusieurs grenouilles. D'où dépend donc la vie de ces sortes de parties? C'est ce que nous ne connoissons point encore assez : ces parties ne cesseroient-elles de vivre que par la privation des alimens qu'elles reçoivent? Ou faut-il un tems plus considérable que celui où cette privation a lieu, pour qu'elles tombent dans l'inaction & dans le relâchement? C'est sur quoi nous ne pouvons point prononcer.

§. MMCLXIX. Ce n'est pas sans raison qu'on demande jusqu'à quel point les hommes & les animaux peuvent supporter la raréfaction de l'air; car MM. *Bouguer* & *la Condamine* ont monté jusques sur le sommet des plus hautes montagnes du Pérou, où le mercure, dans le tube de *Toricelli*, n'avoit que 15 pouces 9 lignes d'élévation, ainsi qu'ils l'ont remarqué sur le sommet de la montagne nommée *Pichinca*, qui est élevée de 2420 toises, & conséquemment où l'air est presqu'une fois plus rare que celui que nous respirons en Hollande vers la surface de la terre. Or ils ont remarqué qu'une telle raréfaction de l'air ne leur causoit aucune incommodité, & qu'ils y respiroient aussi librement qu'au pied de cette même montagne. M. *de la Condamine* a vécu, pendant l'espace de trois semaines, sur cette montagne. Il

faut cependant remarquer que ceux qui avoient le poumon délicat, s'appercevoient aisément de la raréfaction de l'air, à proportion qu'ils montoient vers le haut de cette montagne; cette raréfaction leur occasionnoit des hémorrhagies, des défaillances, des vomissemens: la lassitude, à la vérité, étoit la principale cause de tous ces fâcheux effets; car ceux qui faisoient ce voyage à cheval, n'étoient point exposés à ces inconvéniens (1). Mais ne pourroit-on pas demander si les hommes pourroient vivre dans un air qui seroit encore plus raréfié? C'est ce que nous ignorons encore; parcequ'il y a plusieurs autres choses qui concourent à l'entretien de la vie.

§. MMCLXX. Les animaux vivent long-tems dans un air condensé; ils y vivent gracieusement, & sans incommodité, sur-tout si on a soin de renouveller souvent cet air, & de retirer de tems à autre une partie de l'air condensé sous le récipient, pour y en introduire de nouveau. Nous voyons aussi que des plongeurs se trouvent fort bien sous une ample cloche plongée à une très grande profondeur sous la mer; lorsqu'une telle cloche est descendue à 300 pieds en mer, l'air compris sous la cloche est 9 fois plus comprimé par la pression de l'eau, qu'à la surface de la terre: malgré une pression aussi considérable de la part de l'air condensé, ceux qui sont sous la cloche n'éprouvent aucune incommodité, si on a le soin de faire passer sous cette cloche de nouvel air, qui est pour ainsi dire, en réserve dans des tonneaux qui communiquent avec elle, & qu'on détermine à y passer en retirant, à l'aide de quelques pistons, une portion de celui qui est comprimé sous la cloche, & qui y a séjourné: il faut aussi avoir attention à ne point descendre cette cloche avec trop de précipitation; car sans cela le plongeur qui seroit dessous, seroit exposé à une pression trop brusque, qui lui causeroit une hémorrhagie par les yeux & par les narines. Lorsqu'on descend cet appareil en mer, la forte compression qui se fait sur le thorax, & conséquemment sur les poumons, gêne la respiration & la rend plus difficile; mais après un certain tems, l'air se mêle avec le sang, & l'équilibre s'établit entre l'air extérieur & l'air intérieur. Toutes ces précautions sont indispensablement nécessaires, mais sur-tout le renouvellement de l'air; car on sait que quantité d'animaux périssent en peu de tems, lorsqu'on les retient renfermés dans la même masse d'air qu'on ne renouvelle point, & ils y périssent d'autant plus promptement, que le vase dans lequel on les retient est plus petit; ainsi que l'a éprouvé M. *Boyle*, & que M. *Veratte* l'a confirmé par plusieurs expériences (2).

Ce dernier nous apprend que deux animaux renfermés sous un même vase, y meurent plus promptement qu'un seul qui y seroit renfermé; que trois y meurent encore plus promptement, & que dans ces sortes d'expériences, on voit descendre la colonne de mercure du barometre de 8 à 12 & même 12 $\frac{1}{2}$ lignes, plus ou moins: or pourquoi ces animaux, ainsi renfermés, meurent-ils? Peut-on dire que cet effet vienne des exhalaisons qui sortent du poumon dans l'expiration, & des autres exhalaisons que la transpiration insensible emporte avec elle, dont la chaleur & les autres qualités sont nui-

(1) Philos. Trans. n. 444. Clare Motion of Fluids. p. 173. (2) Comm. Bonon. Vol. 2, pag. 340.

ſibles à la vie, & dangereuſes pour la reſpiration : ce qui n'a point lieu en plein air ; parceque toutes ces exhalaiſons ſe diſſipent alors, & ſont ſur-tout emportées par les vents qui nous rafraîchiſſent continuellement ? Où cet effet viendroit-il de ce que les animaux, ainſi renfermés, conſommeroient une partie de l'air qu'ils reſpirent, ou de ce qu'ils lui feroient perdre ſon élaſticité (1) ; ainſi que les obſervations de *Veratte* ſemblent l'indiquer ? Ou enfin cela viendroit-il de ce qu'il y auroit quelques parties nutritives dans l'air que nous reſpirons, qui ſont indiſpenſablement néceſſaires pour l'entretien de la vie, & qui ſe mêlent avec le ſang du poumon, en ſe ſéparant de l'air dans chaque inſpiration, & qui conſéquemment ſe conſomment inſenſiblement dans une maſſe d'air ainſi renfermée : or cette conſommation étant faite, l'animal ne trouvant plus dans l'air qu'il reſpire ces parties nutritives, périt ? Les ſentimens des Phyſiciens ſont partagés à cet égard, & chacun de ces trois ſentimens trouve des partiſans ; mais celui qui feroit dépendre la mort de ces animaux des trois cauſes que nous venons d'indiquer, approcheroit peut-être davantage de la vérité ; car il eſt probable que ces trois cauſes concourent conjointement à cet effet : c'eſt peut-être par rapport à cette derniere cauſe que les poiſſons meurent pendant l'hiver. Lorſqu'ils ſont trop long-tems renfermés ſous la glace, & qu'on voit mourir les grenouilles lorſqu'elles ſont renfermées dans la même eau pendant l'eſpace de huit jours, quoique ces animaux ſoient accoutumés à vivre dans l'eau.

§. MMCLXXI. De même que l'air eſt indiſpenſablement néceſſaire pour l'entretien de la vie animale, on doit auſſi le regarder comme la premiere cauſe de la végétation des plantes. En effet, les corps qui ſont renfermés dans le vuide ne contractent aucune moiſiſſure, ſuivant les obſervations de *Montius* (2). Mais ſi on introduit de nouvel air ſous le récipient, on voit naître cette moiſiſſure. Aucune graine confiée au ſoin de la terre, mais dans le vuide, ne germe auſſi bien qu'en plein air, quoiqu'on ait préparé cette terre, comme il convient, & qu'on lui ait donné une humidité convenable, & qu'on l'ait échauffée (3). Bien plus, toutes les plantes, les mouſſes, les lentilles d'eau meurent bien-tôt dans le vuide, ou dans tout autre endroit où l'air ne ſe renouvelle pas, & où il reſte long-tems tranquille (4). En effet, on remarque dans toutes les parties des plantes, des vaiſſeaux dont les uns ſont deſtinés à recevoir le ſuc nourricier, & à le diſtribuer dans la plante, les autres à recevoir l'air, d'autres à donner paſſage à la tranſpiration de la plante, &c. Or l'air qui paſſe dans les vaiſſeaux aëriens, pour ſe porter de-là dans les feuilles, la tige, les rameaux, les racines, &c, ſe dilate par la chaleur ; cet air, en ſe dilatant, dilate les vaiſſeaux qui le contiennent : la dilatation de ces vaiſſeaux comprime ceux qui portent la nourriture de la plante, & qui ſont munis de valvules : par cette compreſſion, le ſuc nourricier eſt

(1) Hales Hæmaſtat. Append. Experim. 6. pag. 323.
(2) Philoſ. Tranſ. n. 23.
(3) Comm. Bonon. Tom. 3. pag. 43 & 152.
(4) Boerhaave Chem. Vol. 1 p. 428. La Court. Byzondere Aanmerkingenove. Landhuyzen 1. Boek 4. Cap. p. 259.

comme exprimé & porté dans toutes les parties de la plante, soit en montant, soit en descendant : lorsque l'air vient à se condenser par le froid, la compression que les vaisseaux aëriens portoient sur ceux qui reçoivent la séve, cesse : ce qui fait que ces derniers reçoivent alors librement le suc nourricier qui leur vient de la racine, de la tige & des feuilles ; par conséquent si l'air qui parcourt les vaisseaux aëriens, est alternativement dilaté & condensé, la séve & les autres liqueurs comprises dans les autres vaisseaux, jouiront d'un mouvement de circulation, & les plantes prendront de la nourriture, & végéteront. Mais lorsqu'on renferme une plante dans le vuide, l'air est deja expulsé des vaisseaux aëriens ; la dilatation & la compression de ces vaisseaux n'a plus lieu, & le mouvement des liquides dans les autres vaisseaux est détruit. Le suc nourricier de la plante cesse donc de se séparer dans les parties solides qu'il devoit nourrir & faire végéter : bien plus, ces parties cessent d'être liées les unes aux autres, leur texture devient lâche, & la plante périt.

Outre cela, les plantes, ainsi que les animaux, ont des pores exhalans, des vaisseaux qu'on remarque dans leurs feuilles, leurs branches, leurs tiges, leurs fleurs, par lesquelles s'exhalent différentes humeurs, qui forment, par leur secrétion, une espece de transpiration insensible : ces différentes humeurs répandues dans l'air, l'infectent, le corrompent, & lui font perdre les qualités nécessaires pour être propre à la respiration. Pareillement l'air qui séjourne dans les étuves, ou dans tout autre lieu quelconque, s'impregne des différentes humeurs qui émanent des plantes : or cet air infecté par ce mêlange, n'est plus propre à pénétrer, à circuler dans les vaisseaux aëriens des plantes, ou s'il y pénetre, il les obstrue, & la plante périt. C'est pour obvier à cet inconvénient, que les Botanistes sont obligés d'ouvrir souvent leurs étuves, leurs serres, pour renouveller l'air, & en même-tems pour en expulser celui qui a séjourné assez long tems, & qui a contracté quelqu'impureté par son séjour.

Les contractions alternatives des vaisseaux aëriens dans les plantes, sont donc indispensablement nécessaires pour l'entretien de la végétation : car si cette contraction est détruite, ou presque détruite, on observe que les plantes même exposées au grand air, périssent, ou qu'elles sont sur le point de périr. C'est pour cette raison que les arbres ne croissent point vers les pôles où les nuits sont si longues, où elles durent 6 mois : & si on y en remarque quelques-uns, ce ne sont que des avortons, de petits arbrisseaux, à peine même remarque-t-on de l'herbe dans ces contrées.

L'air est encore outre cela le véhicule des huiles & des sels, lesquels se mêlant avec l'eau, forment la séve, la nourriture des plantes : ce suc nourricier s'arténue, se divise, se subtilise, lorsqu'il est mêlé avec un air chaud, & devient alors propre à se faire jour & à pénétrer dans les vaisseaux les plus grêles des racines, & conséquemment à nourrir les plantes.

§. MMCLXXII. L'atmosphere est remplie de vapeurs aqueuses ; elles y sont tantôt plus, tantôt moins abondantes : on peut les rassembler & les observer en transportant une bouteille de verre remplie ou vuide, d'un endroit frais dans un endroit chaud ; on remarque aussi-tôt sur la surface extérieure de cette bouteille une vapeur aqueuse, que la matiere ignée qui regne dans l'at-

mosphere, & qui eſt adhérente aux parties aqueuſes, ſépare de l'air ambiant, & tranſporte ſur cette ſurface; & comme la matiere ignée tend à ſe mettre en équilibre, elle pénetre à travers les pores du verre, pour ſe jetter dans l'intérieur de la bouteille, & abandonne à ſa ſurface extérieure la vapeur qu'elle tranſportoit. Lorſque l'atmoſphere eſt échauffée, elle ſoutient une très grande quantité de vapeurs, un air froid n'en ſoutient que très peu. Or l'eau qui pénetre dans les pores des animaux & des végétaux, écarte leurs parties, relâche leur texture, les tuméfie; par conſéquent l'air qui eſt rempli de vapeurs, pénétrant les pores des corps, les expoſe aux mêmes changemens, aux mêmes effets, que ſi on les arroſoit avec de l'eau. Les Phyſiciens ont fait différentes tentatives pour pouvoir déterminer la quantité de vapeurs élevées & ſoutenues dans l'atmoſphere en différens tems. On donne le nom d'*hygrometres*, d'*hygroſtathmiques*, *hygroſcopes*, aux inſtrumens qu'ils ont imaginés pour parvenir à ce but. On les nomme encore *notiometres*, & on en attribue l'invention à Morgani. On ne peut cependant pas révoquer en doute que le P. *Merſenne* & *Sanctorius* connuſſent ces ſortes d'inſtrumens (1). Le premier de ces deux célebres Phyſiciens jugeoit de l'humidité de l'air par la différente gravité des tons que rendoient des cordes à boyau tendues; car plus l'air eſt humide, toutes choſes égales d'ailleurs, & plus les tons qu'elles forment ſont aigus. On conſtruit des *notiometres* de différentes manieres; on en fait de bois, de cordes, de cordes d'inſtrumens, de parchemin, d'éponge, de cuir, de coton, d'épis de bled, d'huile de vitriol, &c. Les Académiciens de Florence nous ont appris une excellente méthode pour les conſtruire (2). *Leupold* (3), *Deſaguilliers* (4) nous ont indiqué différentes méthodes pour nous procurer ces inſtrumens. Mais je n'en connois aucun ſur lequel on puiſſe compter; car tous ceux que je connois ſont expoſés à de très grands inconvéniens, & ont de grands défauts. Quant à ceux qu'on conſtruit avec du bois, on choiſit pour cela des bois très poreux & légers: on préfere ordinairement le bois de ſapin, le peuplier, l'aune; parceque ces ſortes de bois abſorbent aiſément l'humidité de l'air, ſe gonflent beaucoup, ſe deſſechent enſuite aiſément, & ſe reſſerrent conſidérablement: mais comme toute ſorte de bois, pendant l'été, ſe deſſeche de plus en plus, & ſe prive en grande partie de l'eau, de l'eſprit, de l'huile & du ſel qui entrent dans ſa compoſition, il ſe reſſerre de plus en plus, & ne revient jamais à ſes premieres dimenſions: il ne ſeroit donc point prudent d'ajoûter foi à un tel inſtrument après un certain tems.

Ceux qu'on fait avec des cordes ſuſpendues à un point fixe, & aux extrêmités deſquelles on attache un poids, ne méritent pas mieux notre confiance: ces cordes qui ſont toujours compoſées de pluſieurs brins tords les uns ſur les autres, tendent naturellement à ſe détordre: lorſqu'elles ſont imprégnées d'humidité, elles ſe tordent, à la vérité, mais peu; au commencement elles ſe tordent davantage, mais à la longue elles ne produiſent plus cet effet: ajoûtez à cela qu'elles ſe tordent & qu'elles ſe détordent ſi irré-

(1) Merſenni Harm. Lib. 3. Prop. 10. Coroll. 3. p. 51. (2) Tent. Florent. pag. 14. & ſeq. (3) Theat. Statiq. Univerſ. Part. 1, cap. 7. (4) Courſe of Experim. Philoſ. Vol. 2, pag. 300.

gulierement, qu'on ne peut point juger de l'humidité actuelle par un tel effet.

Les cordes à boyau se raccourcissent lorsqu'elles sont exposées à la moindre humidité; elles deviennent plus longues lorsque l'humidité qui les saisit est très abondante : elles se contractent & se raccourcissent par la sécheresse; si la sécheresse n'est point encore considérable, elles se tendent très peu : ajoûtez à cela que lorsqu'elles sont neuves, elles sont exposées à quantité de changemens; mais tous ces effets diminuent insensiblement : & lorsqu'elles ont servi pendant deux ans, on ne remarque plus qu'elles soient susceptibles de ces mêmes impressions.

Le parchemin n'est point assez épais pour se charger & pour retenir l'humidité; il se desseche trop promptement, & il n'est point exposé à d'assez grands changemens.

Lorsqu'on fait usage d'une éponge, on la met dans le plateau d'une balance; elle devient plus pesante lorsqu'il fait humide, parcequ'elle se charge d'humidité : elle devient plus légere lorsqu'il fait sec; mais comme cette éponge est suspendue dans l'air libre, elle se charge des poussieres & de tous les corps étrangers qui flottent dans l'atmosphere; ce qui la rend plus pesante qu'elle ne devroit être, & même cette éponge ne s'imprégnera point assez d'humidité pour qu'on puisse s'appercevoir des altérations de l'atmosphere, à moins qu'on n'ait eu la précaution de la tremper auparavant dans une lessive.

Lorsqu'on construit ces sortes d'instrumens avec du cuir, on se sert de cuir d'agneau dont on n'a point ôté l'épiderme, & qu'on prépare de cette façon. On fait tremper ce cuir dans de l'eau mêlée avec du vinaigre, dans laquelle on a fait dissoudre du sel marin & du sel ammoniac : lorsque le cuir s'est bien chargé de cette lessive, on l'étend pour le faire sécher : mais ce cuir étant ainsi préparé, absorbe avec tant d'avidité l'humidité de l'air, qu'on la voit couler goutte à goutte, & elle emporte avec elle les parties salines dont ce cuir étoit imprégné; de sorte qu'au bout de six mois ce cuir se trouve dépourvu de sels, & il se trouve alors exposé à des allongemens trop irréguliers pour qu'on puisse en tirer de justes indications.

Lorsqu'on fait usage du coton, on le suspend aussi à l'un des bras d'une balance; il devient plus pesant dans l'air où il conserve cet excès de pesanteur, & il est exposé aux mêmes inconvéniens que l'éponge.

L'épi de bled est excellent tant qu'il est vert; dans ce tems il est très susceptible de se contourner : il se tourne & il se détourne aisément; mais au bout de quelques mois il se desseche, en perdant son huile & ses sels, & il reste sans mouvement.

Lorsqu'on fait usage de l'huile de vitriol, on la met dans un petit vase de verre ouvert & suspendu à l'un des bras d'une balance : cette huile se charge de l'humidité de l'air, avec lequel elle est en contact, & elle devient plus pesante à proportion : mais aussi dès que cette huile s'est chargé d'humidité, elle s'assimile avec elle de maniere qu'elle ne s'en dépouille point ensuite.

Les Académiciens de Florence se servoient d'un entonnoir de verre fermé inférieurement, & qui se terminoit en pointe; ils remplissoient ce vase avec

de la glace, & ils le ſuſpendoient dans l'air : l'humidité de l'air s'appliquoit enſuite à la ſurface extérieure de cet entonnoir ; elle formoit autour d'elle une eſpece de pellicule, & elle couloit goutte à goutte le long de la queue de l'entonnoir, & tomboit enſuite dans un petit vaſe qu'on plaçoit au-deſſous : or la quantité d'humidité & de parties aqueuſes qui s'attachent à la ſurface de l'entonnoir, dépend de la différence, qui peut être plus ou moins grande entre la chaleur de la glace & celle de l'air ambiant. D'où il paroît, en conſidérant toutes les expériences qu'on a faites juſqu'à préſent, qu'on n'eſt point encore parvenu à ſe procurer un *notiometre* qui puiſſe exactement reſter le même pendant pluſieurs années, ſur le rapport duquel on puiſſe aſſez compter, pour juger de l'humidité qui regne dans l'atmoſphere ; car ſi un tel inſtrument eſt ſuſpendu librement dans un endroit où il ſoit enveloppé d'une maſſe d'air qui puiſſe ſe renouveller aiſément, il ſera plus ſuſceptible des impreſſions de cet air, & ces impreſſions ſe feront ſentir plus promptement, que ſi cet inſtrument étoit placé dans un endroit renfermé, où l'air demeureroit tranquille & ſans mouvement. L'humidité qui regne dans l'atmoſphere eſt-elle uniformément répandue dans toutes ſes parties ? Non certainement; car la partie ſupérieure de l'atmoſphere, où les nuées ſe trouvent ſuſpendues, eſt, ſans contredit, la partie la plus humide de l'atmoſphere ; puiſque les nuages ne ſont autre choſe que des brouillards aqueux : c'eſt pour cette raiſon que les brouillards qui s'élevent à la ſurface de la terre, & qui flottent vers cette ſurface, mouillent tous les corps qu'ils touchent. Pour l'ordinaire l'air qui enveloppe la ſurface de la terre eſt moins chargé d'humidité pendant le jour ; car les vapeurs qui s'élevent continuellement de la ſurface de la terre, s'élevent promptement à une certaine hauteur, en traverſant la maſſe de l'air qui eſt échauffé, & qui eſt ſec, & vont enſuite former au haut de l'atmoſphere les nuées que nous y voyons ſuſpendues : c'eſt à cette hauteur où regne la plus grande humidité de l'atmoſphere ; car l'air eſt bien plus ſec au-deſſus des nuages, & il eſt d'autant plus ſec, qu'il eſt plus élevé au deſſus ; parceque les vapeurs ne s'élevent point à toute ſorte de hauteur ; ce qui vient de ce que l'air eſt d'autant plus froid qu'il eſt plus élevé, & conſéquemment moins propre à réſoudre & à retenir des vapeurs. L'air eſt encore très humide vers la mer, les marais, les lacs, les fleuves, les forêts : il eſt très ſec au contraire dans les endroits qui ſont éloignés de la mer & des lacs, dans les endroits où il y a beaucoup de ſables, de rochers, & dans les campagnes dont le ſol eſt uni : mais pour l'ordinaire l'air eſt fort humide vers la ſurface de la terre le matin & le ſoir ; parcequ'il s'éleve continuellement de la terre une roſée, ou une exhalaiſon, qui ne s'éleve alors que très lentement, qui rampe au-deſſus de ſa ſurface, qui humecte toutes les plantes, & qui concourt à leur nutrition. Mais ſi un vent froid ſe fait ſentir vers la ſurface de la terre, l'air y contractera alors moins d'humidité, ſi un vent plus chaud ſe fait ſentir au deſſus de celui dont nous venons de parler, l'air ſera alors plus humide dans cet endroit ; parcequ'un vent chaud attire, réſout plus de vapeurs, & les ſoutient pour l'ordinaire davantage.

§. MMCLXXIII. Il ne ſera pas inutile ni déſagréable de conſidérer maintenant toute l'atmoſphere, que nous n'avons encore conſidérée qu'en partie.

L'atmoſphere

L'atmoſphere A K G R [*Tab.* 57. *fig.* 7.] enveloppe de toutes parts la ſurface de notre globe D H F Q. Si l'un & l'autre demeuroient en repos, & qu'ils ne fuſſent point doués d'un mouvement diurne autour de leur axe, alors l'atmoſphere ſeroit exactement ſphérique A K G R, ſuivant les loix de la gravité; puiſqu'un fluide ne peut être en repos, que tous les points de ſa ſurface ne ſoient également éloignés de ſon centre E.

§. MMCLXXIV. Mais la terre D E F, & l'atmoſphere A K G R qui l'embraſſe, ſont doués d'un mouvement diurne qui les emporte l'un & l'autre autour de leur axe; puiſque, ſuivant les obſervations précédentes (§ 506), les différentes parties de la terre ont une force centrifuge, qui tend à les éloigner de leur axe A G, ſelon une direction perpendiculaire à cet axe, & dont la tendance eſt d'autant plus conſidérable, que ces parties ſont plus éloignées de l'axe : il faut donc que la figure de l'atmoſphere devienne ſphéroïde A L G S; puiſque ſes parties qui répondent à l'équateur, & aux différens endroits qui ſont peu éloignés de l'équateur, ſont plus éloignés de l'axe D F que celles qui répondent aux pôles D & F. La force centrifuge doit être moindre au-deſſus des pôles D & F; les parties de l'air qui approchent davantage des extrêmités A & G de l'axe, telles que celles qui ſont en N & en P, doivent être ſoumiſes à une moindre force centrifuge, & cette force doit même devenir nulle en A & en G. Par conſéquent le grand axe L S de l'atmoſphere doit paſſer par l'équateur, & ſon petit axe A G doit paſſer par les pôles: outre cela, la figure de l'atmoſphere doit repréſenter un ſphéroïde; parceque le ſoleil frappe plus directement l'air qui répond à l'équateur, & qui eſt compris entre les deux tropiques, que celui qui répond aux régions polaires : d'où il ſuit que la maſſe d'air, ou la partie de l'atmoſphere compriſe entre les tropiques, doit être beaucoup plus échauffée, beaucoup plus raréfiée, & conſéquemment qu'elle doit s'étendre davantage; tandis que la partie de l'atmoſphere qui répond aux pôles, étant moins échauffée, ne peut point ſe porter ſi loin, & s'étendre auſſi haut : ajoûtez encore à cela que le ſol eſt plus échauffé ſous la zône torride, & qu'il renvoie pluſieurs rayons de ſoleil qui embrâſent, pour ainſi dire, l'air qui répond à cet endroit, & qui le raréfient conſidérablement. Au contraire, les terres, ſous les zônes polaires, ſont toujours froides; elles n'échauffent point l'air, elles ne le raréfient point, & conſéquemment elles n'étendent point ſes dimenſions en hauteur.

§. MMCLXXV. Comme la force centrifuge eſt directement oppoſée à la force centripete dans le plan L H Q S, conduit par l'équateur, la gravité de l'air qui répond à l'équateur, & aux endroits circonvoiſins de l'équateur, y eſt d'autant plus diminuée; mais cette diminution varie, & devient d'autant moins conſidérable, que l'air ambiant s'approche davantage des pôles; de ſorte que vers les pôles D & F la force centrifuge eſt incomparablement plus petite, & qu'aux limites A & G de l'axe de l'atmoſphere, elle ceſſe d'influer & de diminuer la gravité de l'air; tandis que ſous l'équateur elle agit perpendiculairement contre cette force. Le poids de l'atmoſphere doit donc paroître auſſi grand qu'il puiſſe être vers les pôles, & très petit à l'équateur; ainſi qu'on peut s'en convaincre par les obſervations faites avec le barometre; car les hauteurs priſes ſur le bord de la mer, ou ſur un terrein

auſſi bas, ne conviennent point avec celles qu'on obſerve dans des endroits plus élevés, ou éloignés des bords de la mer. *Celſe* (1) remarque que la hauteur moyenne du barometre, obſervée à *Upſal*, = 29 pouces 3 $\frac{1}{2}$ lignes rhenan. A Leyde, en Hollande, la hauteur moyenne eſt de 25 pouces rhenan. A Porto-Bello, Panama, Guajaquil, & dans quantité d'autres rivages du Pérou, la hauteur moyenne eſt de 27 pouces 11 $\frac{1}{2}$ lignes de Paris, ou 28 pouces 11 lignes rhenan, ſuivant les obſervations de *Bouguer* (2), *Ulloa* (3), & de pluſieurs autres. Dans le Fort-Louis, à S. Domingue, *Godin* a obſervé vers le bord de la mer, que la hauteur moyenne du barometre étoit = 27 pouces 9 lignes de Paris.

§. MMCLXXVI. Mais outre cela, l'air doit être beaucoup plus rare au-deſſus de l'équateur; puiſque ſon poids y eſt moindre, & qu'il y preſſe moins celui qui lui répond vers la ſurface de la terre, que dans les autres endroits où la latitude eſt plus grande, où l'air eſt plus épais, plus denſe, où il eſt plus preſſé, & conſéquemment plus propre à recevoir & à renfermer des vapeurs & des exhalaiſons.

§. MMCLXXVII. Quoique les exhalaiſons qui s'élevent de la ſurface de la terre, & de tous les corps, ſe portent par-tout dans l'atmoſphere, l'air néanmoins qui enveloppe notre globe, doit être de différente denſité & de différente rareté auprès de la ſurface de la terre : dans les différentes régions, les montagnes, les vallées, les différentes exhalaiſons du ſol, les vapeurs, la chaleur, le froid, les vents, la pureté ou l'impureté de l'air, ſont autant de cauſes qui contribuent à augmenter ces différences; puiſque toutes ces choſes doivent néceſſairement produire différens effets; ainſi qu'on le remarque à Quito, au Pérou, qui eſt ſur une hauteur très élevée. L'air y eſt ſi pur & ſi contraire à la génération des inſectes, qu'on n'y voit preſque point, & que très rarement, des moucherons, des punaiſes, qu'on n'y trouve point d'inſectes qui puiſſent incommoder, ni de ſerpens dangereux : on n'y éprouve point les ravages de la peſte, ni les dangers d'aucune maladie contagieuſe (4). Les habitans du Pérou ont un teint baſané, couleur de cuivre : ils ſont ſans barbe, leur poitrine, ni aucune autre partie de leur corps ne ſe couvre point de poils : ils ont cependant les cheveux longs, épais, noirs, plats & très fermes : ils y reſpirent un air trois fois moins denſe que celui qu'on reſpire dans la plus grande partie de l'Europe; car la colonne de mercure ne s'éleve à Quito que de 20 pouces $\frac{1}{12}$ meſure de Paris. Les exhalaiſons qui s'élevent à la ſurface de la terre, produiſent dans ces contrées des effets différens ſur les hommes & ſur les animaux; car à Porto Bello en Amérique, l'air eſt très inſalubre : on n'y voit aucune jument, aucune vache qui puiſſe s'y reproduire : on ne voit aucune poule qui y ponde : toute femme y meurt en couche (5). Dans la Ville de Guajaquil, qui eſt auſſi en Amérique, & à la latitude auſtrale de 22 degrés 11 min. & 21 ſecondes, tous les Eſpagnols qui y naiſſent de parens Eſpagnols, ſont blancs, de même que les

(1) Acta Litterar. Suæciæ. Ann. 1729, pag. 610. (2) Bouguer, Voyage au Pérou, pag. 39. (3) Ulloa, Voyage au Pérou, Liv. 5. ch. 1. pag. 99. (4) Ulloa Voyage au Pérou, Liv. 5. chap. 6. pag. 241. (5) Bouguer, Voyage au Pérou pag. 36.

Belges, quoique la température soit beaucoup plus chaude en cet endroit qu'à Carthagene (1). C'est pourquoi il est impossible que les hommes ne s'apperçoivent point que la température de l'air est plus analogue à leur tempérament dans certaines régions que dans d'autres, & même que dans le même endroit cette température leur est meilleure dans un tems que dans un autre. En effet, on remarque une différence très sensible de tems à autre dans le poids que l'air exerce & déploie contre nos poumons ; puisqu'un pied cubique rhenan de mercure = 859 $\frac{1}{2}$ ℔. La température étant supposée de 47 degrés, 2 pieds $\frac{1}{2}$ cubiques de mercure produisent 30 pouces d'élévation à la colonne de mercure suspendue dans le barometre ; ce qui est la plus grande hauteur à laquelle elle puisse parvenir à Leyde, suivant les observations qu'on a faites jusqu'à présent. Or le poids d'une telle quantité de mercure, savoir 2 $\frac{1}{2}$ pieds cubiques, = 2148 $\frac{3}{4}$; mais lorsque le barometre n'est qu'à 27 pouces, il est à la plus petite hauteur à laquelle il puisse parvenir : or une colonne de mercure de 27 pouces d'élévation, & dont la base = 1 pied en quarré, = 1933 ℔ $\frac{7}{8}$. Par conséquent la différente pression de l'air sur une surface d'un pied en quarré, qui est indiquée par une colonne de mercure de 3 pouces d'élévation, est donc de 214 $\frac{7}{8}$ ℔. Supposons maintenant que la surface de la peau d'un homme soit de 15 pieds quarrés, la différence de la pression de l'air sera donc = 3223 ℔ $\frac{1}{8}$. Mais la surface entiere de toutes les vésicules du poumon peut être supposée = 10 pieds quarrés ; par conséquent la différence de la pression qu'elles auront à supporter de la part de l'air, peut donc aller à 2140 ℔. Or une si grande différence de la part de la pression de l'air sur une partie aussi sensible de notre corps, ne peut manquer de produire des effets biens différens. En effet, supposons un asthmatique, dont les poumons ne puissent se développer que par l'effet d'une grande pression de la part de l'air ; il est constant qu'un tel homme ne pourra respirer qu'avec beaucoup de peine, lorsque l'air exerce sa plus foible pression, & que la colonne de mercure sera très basse dans le barometre : au contraire, il respirera librement, & avec plaisir, lorsque l'air sera autant pesant qu'il puisse être, & que la colonne de mercure sera très longue dans le barometre ; c'est-à-dire, lorsque les vésicules pulmonaires seront forcées & déployées par une force de 2000 ℔. Pareillement ceux qui se portent bien, sentent que leurs fibres sont plus fortes lorsque l'air est très pesant ; ils sont plus agiles, la réaction du cœur & des arteres, ainsi que celle du sang & de l'air qui y est mêlé, est beaucoup plus énergique contre la pression que l'air exerce extérieurement : au contraire, lorsque la colonne de mercure est très courte dans le barometre, & que le poids de l'air est considérablement diminué, les corps sont moins comprimés extérieurement ; le sang & l'air qu'ils contiennent venant à se dilater, les tuméfient, leur texture devient plus lâche, l'agilité diminue : le sang & les humeurs étant moins comprimés, les fluides deviennent plus rares, moins compacts, visqueux ; les fibres mêmes qui entrent dans la composition des vaisseaux & des muscles, se relâchent : phénomenes qui sont accompagnés de langueur, d'obstructions, de tristesse, & de quantité d'autres accidens.

(1) Ulloa, Voyage au Pérou, Liv. 4. chap. 5. pag. 145.

Par conſéquent ceux qui ſont accoutumés à vivre dans un air très léger, dont le poids ne peut ſoutenir qu'une colonne de mercure de 24 pouces de hauteur, ne ſont accoutumés qu'à ſupporter une preſſion qui équivaut à un poids de 25785 ℔, en ſuppoſant toujours que la ſurface de leur corps eſt de 15 pieds quarrés. Or s'ils voyagent & qu'ils arrivent dans un endroit où la colonne de mercure dans le barometre a 30 pouces d'élévation; ils auront alors à ſupporter une preſſion de 32231 ℔ : ce qui fait une différence de 6446 ℔. Les plongeurs qu'on deſcend en mer ſous une cloche, ſupportent aiſément, & ſans gêne, la preſſion d'un air 9 fois plus denſe; c'eſt-à dire, qu'ils ſupportent, ſans en être incommodés, une preſſion de 322310 ℔. La différence entre la moindre & la plus forte preſſion qu'ils ont à éprouver, va donc à 296525 ℔; différence que la ſurface du corps d'un homme eſt en état de ſupporter. Les Mineurs qui travaillent à Cracovie au fond des mines de ſel les plus profondes, y éprouvent une preſſion plus conſidérable de la part de l'air : on en voit pluſieurs qui ne peuvent point ſupporter une preſſion ſi différente, qui ſe fait ſur tout ſentir ſur l'abdomen, ſur les viſceres qui y ſont compris, ſur le poumon, ſans être expoſés à certaines maladies qui affectent même l'eſprit. C'eſt à cette cauſe que *Scheuchſer* attribue ſavamment cette maladie endémique, connue ſous le nom de *noſtalgie* (1). En effet, comme les Suiſſes, mais ſur tout ceux qui habitent les Alpes, partie la plus élevée de l'Europe, ſont dans l'habitude de reſpirer un air rare, ſubtil, & que celui qui paſſe dans leur ſang par le moyen des alimens qu'ils prennent, eſt de même nature, les vaiſſeaux & les fibres de leurs corps ne ſont point accoutumés à ſupporter une preſſion auſſi conſidérable; par conſéquent lorſqu'ils voyagent dans des endroits où le poids de l'atmoſphere eſt plus grand, ils y ſont expoſés à une preſſion plus ſenſible, preſſion à laquelle l'air intérieur compris dans les différentes humeurs de leur corps, ne peut réſiſter : les parties ſolides qui ne ſont point accoutumées à une telle preſſion, y ſont trop comprimées; la circulation du ſang ſe trouve alors expoſée à de trop grandes variations : ce qui occaſionne ces inquiétudes, cette triſteſſe qu'ils éprouvent alors; ils deviennent hypocondriaques, & ils n'ont point alors d'autre deſir que celui de retourner dans leur patrie. Les Anciens avoient déja obſervé de ſemblables phénomenes, ainſi qu'on peut s'en aſſurer par un paſſage de *Lucrece* (2). *Baſterus* nous a laiſſé de très beaux Commentaires ſur ces ſymptômes (3).

§. MMCLXXVIII. L'atmoſphere priſe à la hauteur de 1600 toiſes au-deſſus de la ſurface de la mer, eſt encore très propre à l'entretien de la vie animale, & à la végétation des plantes; car les Villes de Quito, Cuenca, &c, en Amérique, ſont ſituées à cette hauteur au-deſſus de la ſurface de la mer. Le ſol de ces Villes eſt très fécond : on y voit croître avec plaiſir des arbres, & pluſieurs plantes différentes. Plus les montagnes cependant ſont élevées, & moins les arbres s'y élevent; il n'excedent même point la hauteur des arbriſſeaux (4); ainſi que *Peyſſonnel* l'a obſervé à la Guadeloupe : mais on ne voit

(1) Ærographia Helvetica, Part. 1. §. 17. Comm. Bonon. Vol. 1. pag. 307.
(2) Lucret. Lib. 6. verſ. 1101.
(3) Verhandelingen der Maatſchappy te Haarlem 3. Deel.
(4) Philoſ. Tranſ. Vol. 40. Part. 2. pag. 564.

point croître d'arbres à une plus grande hauteur, comme par exemple, à la hauteur de 2000 toises. La terre n'y porte qu'un gazon fort clair, dont la hauteur n'excede pas celle de la mousse : on ne voit plus aucune plante, aucune végétation au-dessus de 2200 ou 2300 toises d'élévation, quoique les neiges & les pluies tombent & arrosent ce terrein (1). Car à une hauteur aussi considérable, l'air est trop léger & trop rare pour qu'il puisse pénétrer & circuler dans les vaisseaux aëriens des plantes, & pour qu'il puisse exciter les sucs nourriciers à se mouvoir dans les vaisseaux qui leur sont destinés : c'est pour cette raison que tant que les vaisseaux aëriens des plantes excitent quelques mouvemens dans les vaisseaux destinés à porter les sucs nourriciers des plantes, on les voit croître, à une très petite hauteur à la vérité; mais elles cessent de prendre aucune nourriture & de croître si-tôt que les vaisseaux aëriens ne peuvent plus produire cet effet. Joignez encore à ce que nous venons de dire, que le froid qui regne habituellement sur les endroits qui sont très élevés, est très contraire à la végétation.

§. MMCLXXIX. L'air qui constitue la partie supérieure de l'atmosphere, est abandonné librement à lui-même ; il s'y étend donc & s'y développe, en vertu de son ressort, en supposant qu'il ne s'y trouve aucun agent qui puisse agir contre lui, le resserrer, ou diminuer sa vertu expansive : ce dont on n'est point certain.

Plus la région que l'air occupe est élevée, & plus il est froid : c'est pour cette raison que le sommet des plus hautes montagnes est toujours couvert de neiges, ainsi que *Linnæus* nous l'asure, par rapport aux Alpes de Laponie; *Tournefort*, par rapport aux montagnes de *Ararat*; *la Condamine*, par rapport à celles du Pérou. On remarque que si le sommet d'une montagne est élevé de plus de 2400 toises au-dessus de la surface de la mer, les neiges qui tombent dessus n'y fondent jamais : c'est pour cette raison que la montagne Chimboraco, qui est élevée de 3217 toises, & dont la partie la plus élevée est de 800 toises, est toujours couverte de neige, & que le sommet de cette montagne est inaccessible, par rapport au froid qui regne dans la partie de l'atmosphere qui le couvre ; l'air est plus dense qu'il ne le devroit être, par rapport à sa hauteur, si la matiere ignée étoit uniformément répandue depuis la surface de la terre jusqu'à cette hauteur.

§. MMCLXXX. L'air est d'autant plur pur & d'autant plus simple, qu'il est plus éloigné des différentes ordures qu'il peut recevoir de la terre, & il est alors plus salubre, suivant les observations de *Morton*. On remarque en effet que les maladies sont plus fréquentes dans les endroits bas, que dans ceux qui sont plus élevés (2). J'ai déja fait remarquer la même chose en parlant des Andes, qui sont des montagnes de l'Amérique. La derniere couche de l'atmosphere, celle qui est plus proche de la surface de la terre, est comprimée par les couches supérieures qu'elle supporte : cet air ainsi comprimé, est plus épais ; il est réduit sous un plus petit volume : par conséquent si nous concevons une ligne droite menée de la surface de la terre jusqu'aux limites de l'atmosphere, toutes les molécules de l'air, comprises dans cette ligne, seront de différente grandeur : elles deviendront d'autant plus grandes, &

(1) Condamine, Introd. Hist. p. 48. (2) Hist. Natur. Northampthon, pag. 327.

elles seront d'autant plus rares, qu'elles seront placées plus proche des confins de l'atmosphere, en supposant néanmoins qu'elles sont toutes semblables, de même grandeur, également comprimées & échauffées au même degré; mais si ces molécules sont de différente grandeur, que leur rareté, leur chaleur, leur élasticité, soient différentes, il pourra se faire que les plus minces & les plus élastiques occupent la région la plus élevée de l'atmosphere.

§. MMCLXXXI. Comme la colonne de mercure comprise dans un tube de barometre, est soumise à la pression de l'atmosphere, & qu'en vertu de cette pression, elle s'éleve à la hauteur de 29 pouces rhénan, qui est sa hauteur moyenne en Hollande, si quelqu'un transporte un barometre sur le haut d'une tour, ou sur une montagne, il est constant que la quantité d'air qui pressera le mercure au haut de la montagne, ne sera pas aussi grande que celle qui le presseroit au pied de cette même montagne, & par conséquent que la colonne de mercure étant moins pressée, sera moins élevée sur le sommet de la montagne, qu'au pied. Pareillement si on transporte ce même instrument au fond d'une mine profonde, le mercure y étant plus fortement pressé par une plus longue colonne d'air, s'y élevera davantage. Le célebre *Stroemer* a répété ces expériences sur plusieurs montagnes de différentes régions, dans les mines de Norvege, dans celles de Claustalie (1), dans une mine d'argent de Sall (2), & les résultats de ces expériences ont toujours confirmé cette vérité.

Celse, considérant la hauteur du barometre au haut & à l'entrée de la derniere mine dont nous venons de parler, trouva que la colonne de mercure avoit 30 $\frac{38}{100}$ pouces, mesure de Suede : il se fit descendre dans une tonne, en transportant avec lui le même instrument; lorsqu'il fut parvenu à la profondeur de 636 pieds, le mercure s'étoit élevé à la hauteur de 30 $\frac{98}{100}$ pouces : il se fit ensuite remonter; & lorsqu'il fut parvenu à la hauteur de sa premiere station, il trouva que la colonne de mercure étoit descendue jusqu'à la hauteur où il l'avoit remarquée la premiere fois; c'est à dire 30 $\frac{38}{100}$ pouces : d'où il suit que la colonne d'air ayant acquis 636 pieds en longueur, avoit fait monter le mercure de $\frac{6}{10}$ de pouce, & qu'une colonne d'air de 106 pieds, presse au point de soutenir une colonne de mercure, dont la hauteur $= \frac{1}{10}$ de pouce. J'ai remarqué moi-même, qu'en montant sur la plus haute tour d'Utrecht, la colonne de mercure comprise dans le barometre, descendoit d'une ligne chaque fois que j'étois plus élevé de 82 pieds 4 pouces rhénan. *Feuillée* étant au pied du Pic de Ténérif, observa que la colonne de mercure étoit de 27 pouces 9,83 lignes : il monta ensuite sur le sommet de cette montagne, qui est élevé de 2193 toises, & il remarqua que la colonne de mercure n'étoit plus alors que de 17 pieds 5 lignes. *Bouguer*, sur le sommet du mont Pichinca, qui est élevé de 2464 toises, observa que la hauteur du mercure n'étoit que de 15 pouces 11 lignes : sur le sommet du mont Choussalong, qui est élevé de 2476 toises, la colonne de mercure n'avoit que 15 pouces 9 lignes d'élévation. : sur le sommet du mont Coracon, qui est élevé de 2470

(1) Bibliotheq. raisonn. ann. 1747. Part. 2. pag. 63. (2) Acta Litterar. Suæciæ. ann. 1724. p. 59.

toises au-dessus de la surface de la mer, la colonne de mercure n'étoit que de 15 pouces 10 lignes. La hauteur ordinaire du barometre dans la Ville de Quito, est de 20 pouces 8 lignes (1). M. l'Abbé *Nollet* a remarqué que la hauteur du mercure du barometre étoit de 24 pouces 8 lignes sur le sommet du mont Vésuve, tandis que cette hauteur étoit alors de 27 pouces 11 lignes au niveau de la surface de la mer (2). On peut conclure de ces différentes observations, que si la hauteur ordinaire du barometre est plus grande dans un endroit quelconque, que cet endroit est plus bas; ou que ce même endroit est plus élevé que la surface de la mer, si là hauteur du barometre y est plus petite. *Gmelin* a observé dans un Bourg nommé Kyria, qui est auprès d'un fleuve de même nom, que la hauteur moyenne du barometre étoit de 26 $\frac{2}{100}$ pouces, mesure de Paris; que la hauteur moyenne de cet instrument étoit à Astracan de 28 $\frac{2128}{10000}$ pouces; que cette même hauteur étoit à Kamchatka de 27 pouces 6 $\frac{1}{2}$ lignes (3). La hauteur moyenne du barometre est de 27 pouces 7 lignes, mesure de Paris, à Gottinge, suivant les observations de *Holmann* (4), & on a fait de pareilles observations en quantité d'autres endroits différens qui concourent toutes à confirmer la même chose.

§. MMCLXXXII Lorsque je montai sur la tour d'Utrecht, j'observai que le mercure descendoit d'une ligne chaque fois que j'étois monté à la hauteur de 82 pieds 4 pouces; mais il faut remarquer qu'on n'observe point le même phénomene en tout tems & dans toute sorte d'endroit quelconque; car *Cassini* a remarqué dans l'Auvergne, qu'étant monté à la hauteur de 64 $\frac{5}{6}$ pieds, le mercure étoit descendu d'une ligne dans le barometre; une autre fois il remarqua le même phénomene par rapport à la longueur de la colonne de mercure, lorsqu'il n'étoit encore élevé qu'à la hauteur de 58 $\frac{2}{11}$ pieds. Une autre fois il ne vit descendre le mercure d'une ligne qu'après s'être élevé à la hauteur de 80 pieds. *Desrham* a remarqué en Bretagne, qu'il falloit porter le barometre à la hauteur de 82 pieds, pour que la colonne de mercure descendît d'une ligne. *Nettleton* a remarqué qu'il falloit le porter à la hauteur de 85 $\frac{1}{100}$ pieds. Ces différences qu'on observe en pareilles circonstances, viennent de ce que l'atmosphere n'est pas toujours aussi pesante, ni aussi pure, ni remplie de vapeurs aussi pesantes; elles viennent de ce qu'elle ne conserve point toujours la même température, ni le même degré de froid; enfin de ce qu'elle n'est pas toujours aussi élastique: d'où il suit qu'il n'est point possible de dresser des Tables qui puissent indiquer jusqu'à quelle hauteur il faut porter le barometre, pour que la colonne de mercure descende d'une quantité donnée. Cependant *Feuillée* en a dressé une, qu'on ne doit point négliger tout à-fait (5). *Bouguer* en a fait une autre, que *Bernouilli* nous a donnée (6).

§. MMCLXXXIII. Comme l'air qui est plus élevé est plus pur que celui qui est vers la surface de la terre, & qu'il n'est pas si rempli d'exhalaisons & de vapeurs, & même qu'il n'en contient aucunes, si on fait abstraction de

(1) Condamine, Introd. Hist. pag. 58. (2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1750, pag. 22. (3) Flora Siberica in Præf. Tom. 1. pag. 54, 56. (4) Comm. Gotting. Vol. 3. pag. 25. (5) Journ. des Observ. Tom. 1. pag. 456. (6) Acta Helvetica. Vol. 1. pag. 34.

cette région de l'air, où les nuées ſont ſuſpendues; & comme les vents qui ſoufflent dans les régions les plus élevées de l'atmoſphere, ne ſont point en ſi grand nombre, ni ſi impétueux que ceux qui ſoufflent dans la moyenne région de l'air & dans celle qui eſt auprès de la ſurface de notre globe; on remarque auſſi que le mercure n'eſt point ſujet à de ſi grandes variations dans les régions ſupérieures, que dans les régions inférieures. C'eſt pour cette raiſon que *Caſſini*, ayant fait d'exactes obſervations pendant l'eſpace de trois ans ſur le Puy de Dome, ne trouva que 6 lignes de variations dans la colonne de mercure. Ces variations furent à 8.5 de ligne dans la Ville de Clermont: à 15 lignes à Paris, à 26.25 de ligne à Hole (1). On a remarqué ſur-tout ce phénomene dans les endroits les plus élevés de l'Amérique; car les plus grandes variations qu'on obſerve dans le barometre ne ſont que de 2 $\frac{1}{6}$ lignes au petit Goave, de 1 $\frac{1}{4}$ ligne à Guajaquil, d'une ligne à Quito, de $\frac{17}{20}$ de ligne à Riobaniba de $\frac{7}{8}$ de ligne à Chuſay (2), de 1 $\frac{1}{30}$ ligne à Alauſi.

Plus les endroits ſont élevés, plus les variations du barometre ſont petites; car Alauſi eſt plus élevé que Guajaquil; Quito eſt encore plus élevé qu'Alauſi: Riobaniba & Chuſay ſont encore plus élevés que Quito. Or comme les variations du barometre ſont plus petites ſous la zône torride qu'en Europe, c'eſt une preuve que le poids de l'atmoſphere eſt moins ſujet à varier que vers les pôles.

§. MMCLXXXIV. Si on fait des obſervations avec le barometre ſur différentes montagnes qui ſoient en même tems les plus élevées, on ne trouvera point que la chûte du mercure dans le tube ſuive une proportion exacte, relative au reſſort de l'air; mais on obſervera que la chûte du mercure ſera d'autant moindre, qu'on portera le barometre ſur un endroit plus élevé, ainſi qu'on peut s'en convaincre par pluſieurs obſervations de *Scheuchſer* (3), *Caſſini*, *Plantade*, *Clapjes* (4). En effet, *Plantade* a trouvé que la montagne de Canigou étoit élevée de 1454 toiſes, & que le mercure, ſur le ſommet de cette montagne, étoit deſcendu de 7 pouces 11 $\frac{1}{2}$ lignes, où il ne ſe tenoit qu'à la hauteur de 20 pouces 2 $\frac{1}{2}$ lignes. Sur le ſommet de la montagne nommée Moufflet, qui eſt élevée de 1289 toiſes, le mercure deſcend dans le barometre de 7 pouces 1 $\frac{1}{3}$ ligne. Sur le ſommet du mont Barthelemy, élevé de 1190 toiſes, le mercure deſcend de 6 pouces 11 $\frac{2}{3}$ lignes. Or ſi la regle que *Mariotte* nous a donnée étoit juſte, & qu'elle pût avoir lieu en toutes ſortes d'endroits, il s'enſuivroit que la hauteur du mont Canigou devroit être de 1183 toiſes; que celle du mont Moufflet devroit être de 1035 toiſes; celle du mont Barthelemy devroit être de 1012 toiſes. *Caſſini*, ayant fait des obſervations à ce ſujet, examina ſi l'expanſion de l'air dans les régions ſupérieures, ne ſuivoit point la raiſon inverſe doublée des poids qui le compriment: en admettant cette proportion, on approche davantage de la vérité, mais non point exactement; puiſque les expanſions de l'air dans les plus hautes régions, ſuivent une plus grande proportion. Cependant le

(4) Hiſt de l'Acad. Roy. ann. 1740. pag. 113.
(2) Condamine Introd. Hiſt. pag. 50. Ulloa, Voyage au Pérou, Liv. 5. pag. 99
(3) Philoſ. Tranſ. n. 405.
(4) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1705 & 1733.

célebre *Bouguer* a démontré, par plusieurs observations faites sur les montagnes du Pérou, que l'élasticité de l'air suivoit en ces endroits la regle établie par *Mariotte*; il a néanmoins trouvé quelques exceptions, & il est convenu de bonne foi que cette regle ne pouvoit avoir lieu en Europe (1), & on peut même doûter qu'elle puisse avoir lieu en Amérique; puisque sur le sommet de la montagne Chousaloug, qui est élevé de 2476 toises, la colonne de mercure ne se soutient qu'à 15 pouces 9 lignes d'élévation. Sur la montagne Coracon, élevée de 2470 toises, la colonne de mercure n'a que 15 pouces 10 lignes de hauteur. Sur le sommet du mont Pichinca, élevé de 2464 toises, la colonne de mercure est de 15 pouces 11 lignes de hauteur; par conséquent la différence dans la hauteur d'une montagne, comparée à celle d'une autre, n'étant que de 6 toises, on auroit une ligne de différence dans l'élévation de la colonne de mercure, & on ne trouveroit encore qu'une semblable différence lorsque la différence des hauteurs seroit de 12 toises; enfin on observeroit encore la même différence d'une ligne sur des montagnes qui seroient presque de même hauteur: ce qui ne peut point arriver, à moins qu'on ne se soit trompé, soit lorsqu'on a mesuré la hauteur de ces montagnes, soit lorsqu'on a observé la hauteur de la colonne de mercure. En effet, on a coutume d'estimer la variation de la hauteur de la colonne de mercure à une ligne, lorsqu'on porte le barometre à 15 toises $\frac{1}{2}$ au-dessus de la surface de la terre: il faut observer outre cela, que lorsque le diametre du tube du barometre, n'est point déterminé exactement, & qu'on l'a parfaitement rempli de mercure, on ne peut point s'en rapporter absolument à la hauteur qu'on a observée: c'est ce qui me donne lieu de soupçonner, & avec justice, qu'on devroit répéter avec soin les observations qu'on a faites jusqu'à présent, relativement à la hauteur du barometre, & qu'on devroit les répéter avec des barometres dont les tubes seroient de même diametre, de même verre, faits dans le même tems, & à la même fabrique, tirés du même fourneau, & remplis avec le même soin; peut-être aussi faudroit-il apporter plus de soin pour mesurer exactement la hauteur des montagnes.

Les différences dépendent, 1°. des différentes forces centrifuges avec lesquelles les molécules de l'air sont repoussées à différentes hauteurs; 2°. de la différente pesanteur de l'air, pris à différentes distances du centre de la terre, suivant le §. 336. 3°. Ajoutez encore à cela, que la différente température de l'air, la grandeur de ses parties, sa sécheresse, son humidité, sa pureté, ou son impureté, les exhalaisons qui nagent ou qui flottent dans son sein, sont autant de causes qui concourent à faire varier son ressort à différentes hauteurs. 4°. Outre cela, comme toutes les parties de l'air ne sont point aussi élastiques les unes que les autres, il peut se faire que celles qui sont moins élastiques, soient les plus pesantes & les plus proches de la surface de notre globe; que les autres, qui sont plus élastiques, & peut être plus minces, soient plus légeres & plus élevées au-dessus de la surface de la terre; d'où il suivroit que l'atmosphere, prise depuis la surface de la terre qu'elle enveloppe, jusqu'au sommet d'une même montagne, ne seroit point composée d'un air homogene, dont les parties seroient sem-

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1753.

blablement constituées; mais d'un air tout-à-fait hétérogene, ainsi que *Fontenelle* le soupçonna autrefois (1). Cette idée se rapporte très bien à celle du célebre *Stroemer*, qui découvrit que l'élasticité de l'air n'étoit pas toujours la même dans les mines, puisqu'il y remarqua que le mercure s'élévoit d'une ligne dans le barometre, quelquefois lorsqu'on le descendoit à la profondeur de 52, & quelquefois lorsqu'on le portoit à la profondeur de 71 aunes, mesure d'Angleterre (2). Peut-être encore que l'air des régions plus élevées, est sujet à d'autres loix, par rapport au froid & aux autres causes qui concourent à faire varier son ressort, quoique le froid seul puisse bien être la cause de ce phénomene. En effet, si la température d'un air élevé à une certaine hauteur au-dessus de la surface de la terre, est de 100 degrés plus froide que celle de l'air qui est vers la surface de notre globe, il peut se faire que cet air plus élevé, soit plus condensé par rapport à cet excès de froid, quoiqu'il soit moins pressé relativement aux couches supérieures qu'il supporte; de sorte que l'air, pris dans une région supérieure, peut être plus dense & plus élastique qu'il ne devroit l'être à raison de la hauteur qu'il occupe dans l'atmosphere.

§. MMCLXXXV. Si l'atmosphere aérienne étoit également dense dans toute sa hauteur, s'il régnoit un même froid dans toute son étendue en hauteur, si elle étoit également pesante dans toute l'étendue de cette dimension, & qu'elle ne fût pas plus compressible que l'eau, on pourroit aisément déterminer sa hauteur. En effet, supposons que la pesanteur spécifique de l'air, comparée à celle de l'eau, soit dans le rapport de 1 : 870, comme toute la pesanteur de l'atmosphere équivaut à celle de 33 pieds d'eau, & qu'un pied d'eau seroit alors en équilibre avec 870 pieds d'air pris en hauteur, 33 pieds d'eau seroient donc en équilibre avec 870 pieds d'air $\times\ 33 = 28710$, ce qui donneroit la hauteur de l'atmosphere; mais il s'en faut de beaucoup que la constitution de l'air réponde à ce calcul; car plus il est comprimé par les couches supérieures qu'il supporte, plus il est dense; moins il est comprimé, moins il est dense; par conséquent une masse d'air étant plus élevée, & conséquemment moins comprimée, occupera un plus grand espace en hauteur, ou en volume, qu'une même masse de même poids, mais plus comprimée.

Si la même loi qu'on a établie relativement au ressort de l'air considéré vers la surface de la terre, avoit lieu dans toute l'étendue de l'atmosphere, en supposant que la température fût par-tout la même, on pourroit encore déterminer aisément la hauteur de l'atmosphere, ainsi que MM. *Mariotte*, *Halley* & plusieurs autres ont tenté de la déterminer (3). Mais comme cette loi ne peut point avoir lieu dans les régions supérieures, & que le ressort de l'air y est soumis à une autre loi, que nous ne connoissons point, & qui dépend elle-même de plusieurs circonstances, telles que du froid & de la chaleur, &c. c'est par cette raison qu'on n'a pas pû jusqu'à présent déterminer la véritable hauteur de l'atmosphere. Suivant le calcul de *Halley*, cette

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1708.
(2) Bibliotheque raisonnée, année 1747, Part. 2, pag. 63.
(3) Philos. Trans. n. 181. Martin Philos. Britann. Vol. 2. pag. 20.

hauteur devoit être de 25 milles d'Angleterre ; mais il n'y a point de doute que l'atmosphere ne s'étende encore au delà de ce terme : il y a plusieurs Physiciens qui lui ont donné 500 milles d'étendue ; mais ce sentiment n'est point établi sur des preuves plus certaines que celles qu'on a tirées des observations du barometre, pour déterminer les hauteurs de différens endroits; car les hauteurs qu'on a assignées ne s'accordent point exactement avec les mesures qu'on a prises immédiatement ; ainsi que *George Juan* l'a démontré d'une maniere fort étendue (1) ; & d'ailleurs il n'est pas possible qu'elles puissent s'accorder, eu égard aux variations auxquelles la colonne de mercure est sujette, suivant la différence des tems.

§. MMCLXXXVI. La méthode de déterminer la hauteur de l'atmosphere, par le moyen des crépuscules, n'est pas plus certaine que celle que nous venons d'exposer; *Alhazen* s'est néanmoins servi de cette méthode. Le point du jour commence à paroître lorsque le soleil est à 18 degrés au-dessous de l'horison : cela posé, soit la partie DEF [*Tab.* 57. *fig.* 8.] de la surface de la terre : dont le centre est en C ; supposons que ABD représente un rayon de soleil qui touche la surface de la terre, & qui soit réfléchi par le limbe supérieur de l'atmosphere, selon la ligne BE, pour parvenir à l'œil du spectateur en E. Soit prolongée jusqu'en M la ligne EB, l'angle DCE sera de 18 degrés, & il sera coupé en deux parties égales, par la ligne BC, de sorte que l'angle DCB sera de 9 degrés ; CB sera la secante, DC le sinus total, & en même-tems le rayon de la terre : en supposant que ce rayon soit de 4000 milles, CB sera = 4050 milles : si de cette derniere quantité on retranche la valeur du rayon CF, il restera 50 milles pour exprimer la valeur de BF. Mais dans cette méthode, on suppose que le rayon ABD, & que la ligne BE sont des lignes droites ; ce qui est faux. On y suppose aussi que le point du jour, ou l'aurore, commence à paroître dès que le soleil est à 18 degrés au-dessous de l'horison ; ce qu'on ne peut prouver.

Halley (2) & *de Lahire* (3) ont fait tous leurs efforts pour perfectionner cette méthode ; mais elle est trop chargée de suppositions pour qu'on puisse la regarder comme certaine, & conséquemment pour ne point ennuyer les Eleves que nous voulons former, par l'exposition d'une doctrine inutile : je pense qu'il vaut mieux avouer ingénument que nous ne connoissons point encore les limites de l'atmosphere.

§. MMCLXXXVII. Si nous considérons le ciel avec attention, nous observerons qu'il paroît bleu lorsqu'il est serein ; & plus la pureté du ciel est grande, plus il est serein, & plus cette couleur bleue est belle & plus foncée. Cet effet viendroit il de ce que les espaces céleftes, au-delà des limites de l'atmosphere, seroient presque vuides, & conséquemment ne réfléchiroient point la lumiere, & d'où ils ne paroîtroient à nos yeux qu'à la maniere des corps noirs ? Mais l'air qui entoure notre globe, réfléchit la lumiere du soleil, & cette lumiere nous paroît blanche lorsqu'il ne la sépare pas en ses différens rayons ; par conséquent le ciel, ou les espaces supérieurs, ou encore mieux ces espaces noirs, vus à travers une lumiere blanche,

(1) Georg. Juan Observ. Astron. Lib. 5. ch. 3. & 4. (2) Philos. Trans. n. 181. (3) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1713.

doivent nous paroître bleus ; ainsi qu'il arrive dans la peinture, lorsqu'on mêle du blanc avec du noir, ainsi qu'il arrive encore lorsqu'on regarde une étoffe noire à travers une toile blanche, dont la texture est très lâche : on remarque dans l'un & dans l'autre cas une espece de bleu, ainsi que *de La-hire* l'a très bien observé (1). En effet, il ne faut pas croire que l'air sépare les rayons bleus de la lumiere, soit par réfraction, soit par réflexion ; car, dans cette supposition, tous les objets qui seroient placés dans un endroit obscur, & qui recevroient, par un petit trou, la lumiere que l'air auroit séparée, devroient nous paroître bleus, de même que le ciel ; ce qui est contraire à l'expérience : mais cela viendroit-il de ce qu'il n'y auroit que quelques parties particulieres de l'air qui auroient la faculté de séparer les rayons bleus, tandis que les autres parties transmettroient toute autre lumiere quelconque, telle qu'ils la recevroient du soleil ? Dans cette supposition, il paroît que la couleur bleue qu'on remarque, ne devroit point être aussi foncée ; d'où je conclus qu'il faut encore ranger ce phénomene dans la classe de ceux dont on ne peut point donner de raison satisfaisante.

§. MMCLXXXVIII. Chaque fois que les corps terrestres fermentent, font effervescence, chaque fois qu'ils se pourrissent, qu'ils brûlent, ou que des liquides, exposés à l'action du feu, sont échauffés au point de bouillir, il sort de tous ces corps des exhalaisons fluides, rares, ténues, peu sensibles à l'œil, élastiques, sonores & semblables à l'air, qui cependant different de ce dernier fluide, par quelques propriétés qui leur sont propres, ainsi que nous l'avons déja observé § 2048. Or ces exhalaisons se répandent dans l'atmosphere : elles y sont mêlées avec d'autres fluides élastiques, qu'il ne seroit point hors de propos d'examiner, si les bornes étroites dans lesquelles nous sommes obligés de nous renfermer nous le permettroient ; mais on pourra consulter, sur quelques-unes de ces matieres, d'excellens Physiciens, tels que *Boyle* (2), *Mariotte* (3), *Cotesius* (4), *Reaumur* (5), *s'Gravesande* (6), *Hales* (7), *Eller* (8), *Scharffer* (9). Le célebre *Volf* est le premier qui ait traité géométriquement l'Aréométrie.

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1711. (2) Cont. Phys. Mech. Exper. 1 & 2. (3) Mouvement des eaux. (4) Hydrost. and pneum. Lectur. Leço. 16. (5) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1731. (6) Elem. Phys. Lib. 4. cap. 3. (7) Vegetable Statiks. Ch. 6. and Hæmast. (8) Hist. de l'Acad. de Berlin, p. 13. (9) Institut. Phys. Part. 2, à pag. 194. ad 203.

CHAPITRE XL.

Du Son.

§. MMCLXXXIX. Le mot *Son* ſignifie quatre choſes qu'il faut bien diſtinguer. 1°. Une certaine diſpoſition dans le corps qu'on nomme ſonore. 2°. Un certain mouvement dans l'air, cauſé par le corps ſonore. 3°. L'affection de l'organe de l'ouie, produite par l'air ſonore. 4°. L'idée que l'ame ſe forme, lorſqu'elle y eſt déterminée par l'impreſſion que l'air ſonore fait ſur l'organe. Je vais examiner, en peu de mots & avec ordre, les quatre choſes que je viens d'annoncer.

§. MMCXC. Nous entendons toujours un ſon, chaque fois qu'un ſolide, ou un fluide, ſe meut rapidement dans l'air. On entend, par exemple, un ſon, lorſqu'on fait mouvoir rapidement une longue baguette ployante, ou lorſqu'une bouche à feu vomit un boulet. On entend encore du ſon, lorſque l'air vient ſe briſer avec impétuoſité contre des corps ſolides qui ſont en repos, ainſi qu'il arrive lorſqu'un vent impétueux vient heurter contre des arbres, contre des cordes tendues, contre des cables de navire, ou contre les parois d'un inſtrument à vent. On entend encore du ſon, lorſque deux corps ſolides ſe choquent rudement dans l'air, ou lorſque des fluides tombent ſur d'autres fluides, ainſi qu'il arrive lorſqu'une goutte d'eau tombe d'une certaine hauteur ſur une maſſe d'eau, ou lorſqu'on verſe une plus grande quantité d'eau dans un vaſe qui en contient déja. On n'obſerve jamais que l'air rende du ſon, lorſqu'il agit ſolitairement : on n'en entend point non plus lorſqu'on heurte des corps ſolides dans un eſpace vuide : il faut de toute néceſſité la préſence de l'air pour produire du ſon ; il faut que ce fluide enveloppe les corps ſonores qui ſe meuvent & qui ſont mis en vibrations.

§. MMCXCI. Il s'agit donc d'examiner maintenant quelle eſpece de mouvement il faut exciter dans le corps ſonore, pour qu'il ſoit propre à produire un ſon dans l'air qui l'environne. Regardez avec attention une corde droite AB [*Tab.* 57. *fig.* 9.] & élaſtique, qui ſoit tendue & fixée par ſes deux extrêmités A & B : ſuppoſons qu'une cauſe quelconque D tire cette corde de ſa direction, & lui faſſe décrire la ligne briſée AIB ; dès que cette cauſe ceſſera d'agir ſur cette corde, & qu'elle ſera abandonnée à elle-même, elle ſe rétablira dans ſa premiere ſituation AB, & elle décrira auſſi-tôt en ſens contraire, une ſemblable ligne briſée ACB, en vertu de la vîteſſe qu'elle aura acquiſe, par la tenſion qu'elle aura reçue. Je ſuppoſe ici, pour une plus grande facilité, que la ligne ACB, qu'elle décrira, eſt compoſée des droites AC + CB : or cette corde, après avoir décrit la ligne ACB, reprendra encore ſa premiere ſituation AB, pour décrire auſſi-tôt la ligne AIB, & elle continuera, en allant & en venant, à faire de pareilles vibrations, juſqu'à ce qu'elle parvienne à l'état du repos d'où on l'a tirée, &

qu'elle se soit parfaitement rétablie dans sa situation A B. Lorsque cette corde exécute les vibrations dont nous venons de parler, les parties qui étoient placées les unes sur les autres [*T.* 57. *F.* 10 & 11.], lorsqu'elle étoit droite, s'écartent un peu les unes des autres, lorsqu'elle est courbée, & qu'elle devient par-là un peu plus longue; elles se pressent aussi en même tems les unes contre les autres, car le diametre de la corde diminue; mais lorsque la corde se rétablit dans sa premiere situation, & qu'elle devient plus courte, les parties qui étoient comprimées & serrées les unes contre les autres, se relâchent, le diametre de la corde augmente alors; de sorte que cette corde devient alternativement plus longue & plus courte, que les parties s'éloignent ou s'approchent les unes des autres & qu'elles se compriment ou se relâchent. Or le son que la corde rend n'est point produit par aucun de ces deux especes de mouvemens. Mais si un corps dur choque la corde A B sur un des points de sa longueur, de sorte que les parties qui composent sa surface, en reçoivent une autre espece de mouvement vibratoire, qui rende, pour ainsi dire, la surface de cette corde remplie d'aspérités, & qui porte des parties en-dedans & en dehors, comme si elles quittoient alternativement la place qu'elles occupoient auparavant; pour lors cette corde rendra un son, qui durera tant que ce mouvement vibratoire subsistera dans ces parties.

§. MMCXCII. On doit cette théorie aux expériences suivantes:

1°. Supposons que A B représente la corde d'un clavecin, qu'on touche avec une plume de corbeau; cette corde fera alors des vibrations, & donnera un son; mais si on laisse tomber sur cette corde une touche qui est couverte de drap, le son cessera aussi-tôt, quoique la corde continue à faire des vibrations. Si on tient dans le voisinage de cette corde un corps dur, contre lequel elle puisse heurter, ses frémissemens diminueront; mais on l'entendra résonner comme auparavant, parceque cette corde venant à frapper ce corps dur, reçoit un nouvel ébranlement dans plusieurs de ses parties, quoique les vibrations totales diminuent.

§ MMCXCIII. Si on monte sur un violon un corde A B, sur laquelle on fasse passer rudement les crins d'un archet, après les avoir enduits de suif, on produira des vibrations dans cette corde; mais elle ne rendra aucun son. Si au contraire on passe dessus, & même légerement, un archet enduit de colophone, qui rend sa surface rude, inégale, raboteuse, on entendra alors résonner la corde, parceque non seulement elle fera des oscillations, mais encore parceque ses parties recevront alors un mouvement vibratoire.

§. MMCXCIV. Suivant qu'on fera couler différemment un archet sur une corde d'instrument, tendue; suivant qu'on le fera glisser selon différentes directions, c'est-à dire, en le dirigeant à angle droit avec elle, ou en le faisant passer obliquement, on entendra un son différent; la différence qu'on remarque dans ce son, ne paroît pas devoir son origine à différentes oscillations de la corde, mais à différentes especes de frémissemens qu'on produit alors dans les différentes parties de cette corde, peut être aussi que les oscillations de la corde & les frémissemens des parties different alors.

§. MMCXCV. Lorſqu'on touche une longue corde, elle rend non-ſeulement un ſon, mais pluſieurs ſons différens, qui forment enſemble comme une eſpece de concert, ainſi que l'atteſtent pluſieurs grands Muſiciens, tels que *Merſenne*, *Sauveur*, *de Mairan* (1), *Rameau* (2). On entend ſur-tout alors les ſons les plus aigus, tels que la douzieme, la quinzieme, la dix-ſeptieme majeure : ces ſons ſont l'octave de la quinte, la double octave aiguë du ſon principal, la double octave de la tierce. Il paroît vraiſemblable qu'il ne ſe fait alors qu'une eſpece de vibration, mais que les frémiſſemens des parties ſont différens, ſuivant que quelques unes de ces parties frémiſſent plus ou moins aiſément, plus ou moins promptement; à moins qu'on ne ſuppoſe des parties de différentes longueurs dans ces cordes, qui ſoient ſuſceptibles de différentes oſcillations, & qui conſéquemment produiroient ces différens ſons.

§. MMCXCVI. Les phénomenes que nous venons d'expoſer ont lieu non-ſeulement dans les cordes à boyau, & dans celles qui ſont faites de laiton, mais encore dans toute eſpece quelconque de corps ſonore. En effet, que l'on frappe une cloche, elle donnera un ſon; qu'on attende enſuite juſqu'à ce qu'on ne l'entende preſque plus réſonner, ou même qu'elle ne réſonne plus du tout, on remarquera qu'elle fera encore des oſcillations; car ſi on approche de la circonférence de cette cloche quelques corps durs, tel qu'un ſtilet qu'on pouſſeroit lentement par le moyen d'une vis, les oſcillations de cette cloche feront qu'elle viendra heurter contre ce ſtilet, & on entendra un ſon, parceque ce choc produira de nouveaux frémiſſemens dans les parties qui frapperont le ſtilet.

§. MMCXCVII. S'il tombe de la neige ſur une cloche, & qu'elle en ſoit couverte, on l'entendra à peine réſonner lorſqu'on la ſonnera, ce qui ne vient point de ce qu'elle ne fait point alors d'oſcillations; mais de ce que le mouvement vibratoire, excité par le battant dans les parties de cette cloche, ſera détruit preſqu'auſſi-tôt qu'il ſera produit.

§. MMCXCVIII. Si on ſerre l'une contre l'autre les deux branches d'une pincette AB [*Tab.* 57. *fig.* 12.], & qu'on les abandonne enſuite à elles-mêmes, on obſervera alors qu'elles feront un grand nombre d'oſcillations, eu égard à la tenſion qu'on aura donnée à leur reſſort; mais elles ne formeront point pour cela de ſon : ſi on approche alors la branche A, ou la branche B, de quelque corps dur, contre lequel elle puiſſe frapper, & qui eſt plus propre, par ſa réſiſtance, à diminuer qu'à augmenter les oſcillations de cette pincette, on entendra néanmoins ſur-le-champ un ſon.

§. MMCXCIX. Si on ne tend que foiblement une corde à boyau, ou une corde de laiton, elle ne donnera alors qu'un ſon foible, ou même elle n'en donnera aucun, quoiqu'on la frappe rudement, & elle fera cependant alors de grandes oſcillations; mais ſi on tend fortement cette corde, le choc le plus foible qu'on lui fera éprouver ſuffira pour lui faire produire un ſon clair & diſtinct.

Ceux qui ſouhaiteront un plus grand nombre de preuves ſur cette ma-

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1737. (2) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1750.

tiere, pourront consulter *Perrault* (1), *Carré* (2) & *de la Hire* (3).

§. MMCC. Comme le son consiste donc dans un frémissement ou dans un mouvement vibratoire des parties du corps sonore, & que les frémissemens de ces parties peuvent être différens, c'est-à dire, plus grands ou plus petits, l'intensité du son dépendra donc aussi & de la grandeur des frémissemens & du nombre de parties mises en vibrations : par conséquent pour produire un son fort, il faut frapper fortement un grand corps ; il faut aussi que le corps choquant soit dur, parcequ'il ébranle plus fortement les parties qu'il choque que s'il étoit mou & qu'il cédât à la résistance qu'elles peuvent faire éprouver: aussi observons-nous qu'une cloche ne rend qu'un son foible lorsqu'on la frappe avec un marteau de bois mou, & que le son qu'on lui fait produire est beaucoup plus fort & plus clair lorsqu'on la frappe avec un marteau de métal ou de fer très dur, quoique ce dernier ne soit pas plus pesant que le marteau de bois, & qu'on ne le porte point avec plus de force contre la circonférence de cette cloche : si on touche une corde de clavessin avec le bec d'une plume de corbeau, on entend alors un son fort & agréable ; mais si on la touche avec une plume plus flexible, telle qu'une plume d'oie, ou d'un autre oiseau, à peine en tire-t-on du son, ou si elle résonne, ce son est beaucoup plus foible & beaucoup moins clair.

§. MMCCI. Comme tous les corps élastiques sont très propres à être ébranlés dans leurs parties, & à conserver les ébranlemens qu'on leur procure; ils sont aussi très sonores, ainsi que l'expérience nous le démontre tous les jours : c'est pour cette raison qu'on fait ordinairement des cordes d'instrumens avec de l'acier tiré, ou avec du similor, ou avec du cuivre jaune allié avec de l'étain & du similor : c'est pour cela que le métal dont on fait les cloches, est un alliage de cuivre jaune, de similor & d'étain. L'argent, lorsqu'il est pur & sans mêlange, est un métal trop mou; mais lorsqu'il est allié avec le cuivre, il devient plus sonore & plus propre à former des cloches. On fait encore des cordes d'instrumens avec des intestins de bœuf, de chat, & d'autres animaux auxquels l'Art donne le degré d'élasticité qui leur convient, & ces cordes sont très propres à l'effet auquel on les destine.

On fait des instrumens avec des bois qui sont naturellement fort élastiques, dont les parties frémissent aisément, & conservent pendant long-tems le mouvement vibratoire qu'on leur imprime. On les creuse, afin de les rendre plus légers, & qu'ils puissent renfermer dans leur cavité une grande quantité d'air auquel ils communiquent les frémissemens qu'on leur imprime. Les parties des corps mous ne reçoivent qu'avec peine un mouvement vibratoire; & c'est pour cette raison que les corps mous ne donnent presque point de son lorsqu'on les frappe, ou s'ils en donnent, on l'entend périr à l'instant; ainsi qu'on peut le remarquer lorsqu'on heurte deux morceaux de plomb l'un contre l'autre, ou lorsqu'on verse, d'une certaine hauteur, un fluide d'un vase dans un autre qui en est déja rempli en partie. Si quelqu'un parle en plaçant sa bouche à l'extrêmité d'une poutre, auroit-elle 50 pieds de longueur, quiconque placera son oreille à l'autre extrêmité de la même poutre,

(1) Essai de Physique. (2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1709. (3) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1716.

entendra

entendra la voix de celui qui parle à l'autre bout, quoique perſonne ne puiſſe rien entendre en prêtant l'oreille vers toute autre partie intermédiaire de cette poutre : ce qui vient de ce que le mouvement vibratoire, excité dans les parties de l'une des extrêmités de cette poutre, ſe propage ſelon toute ſa longueur à travers ſa ſubſtance, & ſe communique aux parties correſpondantes de l'autre extrêmité.

§. MMCCII. Si on pince deux cordes tendues, & qu'elles réſonnent de maniere que les vibrations de l'une des deux ſoient plus promptes que celles de l'autre corde, on donne alors aux ſons de ces deux cordes, comparés l'un à l'autre, le nom de *ton* : on appelle plus *grave* celui de la corde dont les vibrations ſe font plus lentement, & on donne le nom de plus *aigu* à celui de l'autre corde dont les vibrations ſont plus promptes. Tous les tons quelconques ſe rapportent à ces deux claſſes ; ils ſont tous graves ou aigus : mais juſqu'où s'étendent en montant les tons graves, & où commencent ceux qu'on appelle aigus ? C'eſt ce qui eſt tout-à-fait arbitraire : cependant les Muſiciens fixent dans le claveſſin les tons aigus à la lettre C, qui eſt au milieu de cet inſtrument.

§. MMCCIII. Il paroît par-là que la vîteſſe des ébranlemens des parties s'accorde en quelque façon, avec la vîteſſe des oſcillations, ou qu'elles ſont quelquefois harmoniques, quoique cela ne ſoit pas vrai en général, comme on peut le remarquer par les ſons qui ſont produits par la même corde qu'on touche, ou qu'on pince obliquement, ou perpendiculairement. On remarque auſſi que les ſons different entr'eux lorſqu'on ne fait que poſer légerement le doigt ſur la corde, ou qu'on le preſſe fortement contre la touche ; les oſcillations de la corde ſont les mêmes dans ces deux cas, & les ſons ſont différens : mais comme on ne peut pas ſi bien obſerver le frémiſſement des parties que les oſcillations des cordes ; je conſidérerai ſeulement par la ſuite les oſcillations ou les vibrations des cordes, plutôt que le frémiſſement de leurs parties.

§. MMCCIV. Lorſqu'on frappe une corde tendue A B [*Tab* 58. *Fig.* 1.], on lui fait prendre l'inflexion A E B ; mais lorſqu'elle eſt abandonnée à elle-même, elle tend à ſe rétablir dans ſa premiere ſituation A F B : or elle ne ſe rétablit point en décrivant des lignes briſées E A, E B ; mais en décrivant des courbes, & en vertu du mouvement accéléré qu'elle acquiert, elle ſe porte au-delà de ſes points fixes A & B : elle prend l'inflexion A M B, pour revenir encore en ſens contraire, en décrivant pluſieurs courbes.

En effet, les parties de cette corde cédant au choc qui les maîtriſe, & ſe portant ſelon les lignes A E & E B, deviennent plus longues que lorſqu'elles ſont dans la ſituation droite A F & F B. Mais elles ſont toutes également tendues & également tirées par les points fixes A & B ; elles tendent donc toutes à s'en retourner avec la même force & la même vîteſſe dans la direction de A B : & lorſqu'abandonnées à elles-mêmes, elles s'en retournent, elles ont la même tendance vers la direction A B ; direction à laquelle elles parviennent toutes dans le même tems ; mais la partie E de cette corde étant plus courbée, plus fléchie que les autres, doit parcourir un plus grand eſpace E F, que toute autre partie intermédiaire de la même corde, telle, par exemple, que la partie G, qui n'a que l'eſpace G H à parcourir ; d'où il

ſuit que les parties de cette corde AE, qui eſt tendue, participent de deux mouvemens; ſavoir, d'un mouvement uniforme de E en A, & d'un autre mouvement non uniforme de E en F, ou de G en H: ces parties décriront donc une courbe; c'eſt-à-dire, que cette corde décrira une courbe pour retourner dans ſa premiere direction, & qu'elle en décrira une autre, en quittant cette premiere direction AFB, pour ſe porter en ſens contraire en AMB.

§. MMCCV. Si les ordonnées SB, SP [*Tab.* 58. *fig.* 2.] de deux cordes AB, AP, qui ont une abciſſe commune AS, conſervent toujours le rapport donné; ces ordonnées venant à diminuer infiniment, de ſorte que les courbes co-incident avec l'axe AS, on aura le dernier rapport qui ſera le même pour les courbes & pour les ordonnées.

Soit conduite une autre ordonnée sp, qui rencontre les courbes en p & b. Menez des tangentes aux points B & P, qui rencontrent les ordonnées en c & C, alors, eu égard au rapport donné entre les ordonnées, les tangentes étant prolongées, ſe rencontreront au même point T de l'axe: par conſéquent, eu égard aux paralleles SB, sC, on aura Cs : cs : : BS : PS.; mais, par l'hypotheſe, on a SB : SP : : sb : sp. Donc on aura Cs : cs : : sb : sp; & en alternant, on aura Cs : sb : : cs : sp; & en diviſant, Cs — sb : cs — sp : : bC : pc : : SB : SP. Suppoſons maintenant que les ordonnées sb, SB co-incident, les petites lignes bC, pc s'évanouiſſant, deviendront les ſous-tendantes des angles de contact bBC, pPc, & les ordonnées SB, SP, étant infiniment diminuées, de ſorte que les courbes co-incident avec l'axe AS, ces ſous-tendantes deviendront perpendiculaires aux courbes, & on aura Bb = Pp. Mais dans cette hypotheſe, les angles de contact ſont entr'eux, comme $\frac{bC}{Bb} : \frac{pc}{Pp}$; c'eſt-à-dire, comme bC : pc. Conſéquemment les courbes en B & en P, qui ſont proportionnelles aux angles du contact, ſeront proportionnelles aux ſous-tendantes bC, pc, & par conſéquent aux ordonnées SB, SP.

§. MMCCVI. Suppoſons que la corde AB [*Tab.* 58. *fig.* 3.] ſoit faite d'une matiere très mince, & de même groſſeur dans toute ſa longueur, & que ſon plus grand écartement de l'axe du mouvement AB ſoit infiniment petit, de ſorte que la force de la tenſion ne change point par l'augmentation de la longueur de la corde, lorſqu'on la porte à des diſtances un peu plus grandes de l'axe AB, & que l'inclinaiſon des rayons de la courbe à l'axe demeure conſtamment inſenſible.

Dans cette ſuppoſition, des points A & B ſoit décrite la courbe ADFB, qui ſoit telle, qu'en conduiſant à volonté des ordonnées à l'axe, & les normales CD, EF, la courbure en D ſoit à la courbure en F, comme la ſous-tendante DC eſt à la ſous-tendante FE; on aura alors la figure que la corde AB prend dans toute l'étendue de ſon mouvement: en ſecond lieu, tous les points D, F parviendront en même-tems à l'axe AB, & feront leurs vibrations dans un même tems périodique, de même qu'un pendule qui fait ſes oſcillations entre des arcs de cycloïde. Suppoſons que la courbe ADFB marque la plus grande diſtance à laquelle la corde s'écarte de l'axe AB, &

que cette corde soit en repos dans toute son étendue, comme la courbure en D, est à la courbure en F, comme la distance C D est à la distance E F, & que dans les petites courbures des cordes, les forces qui les courbent, ainsi que celles avec lesquelles elles se restituent, sont entr'elles comme les distances à l'axe A B, ou comme la courbure correspondante, ainsi qu'il est démontré (1); on aura donc, si on considere les forces avec lesquelles les parties de la corde se restituent lorsqu'on l'abandonne à elle-même, & qu'elle commence à se mouvoir, on aura, dis-je, l'analogie suivante: l'accélération de cette corde en D, comparée à celle avec laquelle elle se meut en F, sont entr'elles dans le même rapport que leurs distances à l'axe; par conséquent, en considérant cette corde, dès l'instant où elle commence à se mouvoir, on trouvera que les espaces D d, F f, parcourus dans le même tems, seront aussi dans le même rapport: par conséquent les espaces f E, d C qui resteront à parcourir, seront encore dans le même rapport; & comme F E : F f :: D C : D d, on aura, en divisant, F E — F f : F E :: D C — D d : D C, ou f E : d C :: F E : D C; par conséquent les accélérations aux points d & f suivront encore le même rapport: & si on les compare aux accélérations du premier instant en D & en F, on trouvera qu'elles seront entr'elles, comme les distances d C & f E, sont aux distances D C & F E: par conséquent l'accélération d'un point quelconque D, soit dans la même courbe A D F B, soit dans différentes courbes, telles que A d f B, A t p B, est toujours comme la distance de ce point à l'axe A B; par conséquent toutes les parties d'une même corde qui sont mises en vibrations, parviennent ensemble, & dans le même tems, à l'axe A B, & elles s'en écartent en même-tems; & par conséquent chacune de leurs vibrations, grande ou petite, sont isochrones, de même que les vibrations d'un pendule qui oscille entre des arcs de cycloïde.

C'est pour cette raison qu'une corde à boyau tendue, & qu'on ne pince pas, ou qu'on ne frappe pas trop rudement, rend le même son pendant tout le tems qu'elle est en vibrations, quoiqu'elle fasse en commençant des vibrations beaucoup plus amples que vers la fin.

§. MMCCVII. M. *Sauveur* a supputé combien une corde parcourt de chemin dans un certain tems, lorsqu'elle frémit avec plus de force, & combien elle en parcourt, lorsque ses vibrations sont plus foibles, tandis qu'elle rend cependant le même son. Suivant son calcul, le chemin qu'elle parcourt en une seconde, est 72 fois plus grand dans le premier cas que dans le second (2): d'où il suit qu'une même corde peut produire un son 72 fois plus grand, quoiqu'elle continue de rester sur le même son.

§. MMCCVIII. Lorsqu'on fait passer sur une corde un archet composé d'un certain nombre de crins, qui, pris ensemble, embrassent une grande étendue, il peut se faire que cette corde ne prenne pas rigoureusement au commencement la forme de la courbe A D F B [*Tab.* 58. *fig.* 3.], que nous venons de décrire; parcequ'il peut y avoir plusieurs parties dans cette corde qui soient plus fortement pressées que les autres, & conséquemment qui

(1) Comment. ad Newtoni Princip. Lib. 2. pag. 347. (2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1700.

ſoient plus fléchies ; néanmoins lorſque cette corde aura exécuté quelques vibrations, elle prendra la forme de cette courbe, & elle donnera exactement le même ſon qui ſubſiſtera le même tant que la corde réſonnera.

En effet, ſuppoſons que dans la courbe A D F B, la courbure en F, comparée à celle qui eſt en D, ſoit dans un rapport plus grand que celui de la diſtance F E, comparée à la diſtance D C : dans cette ſuppoſition, la vîteſſe en F ſera à la vîteſſe en D dans un plus grand ou dans un plus petit rapport que celui de la diſtance en F E, comparée à la diſtance en D C. Si la vîteſſe en F, comparée à la diſtance en D, eſt dans un rapport plus grand que celui de F E : D C, l'eſpace F f, parcouru dans le plus petit inſtant, ſera à l'eſpace D d, parcouru dans le même inſtant, dans un rapport plus grand que celui de F E à celui de D C ; & conſéquemment l'accélération en f ſera plus petite, reſpectivement à l'accélération en F, que l'accélération en d, par rapport à l'accélération en D. D'où il ſuit que l'accélération de la plus grande vîteſſe, allant toujours en diminuant, & que l'accélération de la plus petite vîteſſe allant toujours en augmentant, relativement aux diſtances à l'axe A B, les mouvemens ſe combineront tellement entr'eux, que les points F & D, étant parvenus à certains points, par exemple, p, t ; alors les vîteſſes & les accélérations ſeront comme les diſtances p E, t C. Et conſéquemment la courbe A t p B deviendra la même que la précédente, & les mouvemens conſpireront tous entr'eux. Il arrivera encore la même choſe ſi on ſuppoſe que la vîteſſe en F, comparée à la vîteſſe en D, ſoit dans un moindre rapport que la diſtance F E eſt à la diſtance D C. Par conſéquent, de quelque façon qu'on touche une corde, elle prendra promptement la forme de la courbe que nous avons décrite, & elle continuera à faire ſes oſcillations, ainſi que nous l'avons indiqué, & elle donnera conſtamment le même ſon pendant tout le tems qu'elle réſonnera.

§. MMCCIX. La courbe dans laquelle ſe meut une corde d'inſtrument qui réſonne, eſt appellée harmonique, & les Mathématiciens démontrent que cette courbe eſt une eſpece de cycloïde allongée (1).

§. MMCCX. Comme le reſſort d'une corde d'inſtrument, conſidéré dans les grandes inflexions, réagit ſelon une proportion plus grande que celle qui eſt entre ces inflexions ; lorſqu'on touchera très fortement une corde, & qu'on lui fera prendre une grande inflexion, elle exécutera plus promptement ſes oſcillations, & elle rendra un ſon plus aigu que ſi on la touchoit plus doucement, & qu'on lui fit prendre une moindre inflexion : c'eſt pour cette raiſon qu'il peut ſe faire qu'une corde bruïſſe lorſqu'on la touche trop fortement, & qu'on en tire un ſon trop aigu. Pareillement une flûte qu'on embouche, & dans laquelle on pouſſe une grande quantité de vent, donne un ſon plus aigu que lorſqu'on y injecte une moindre quantité d'air. On peut donc varier conſidérablement les ſons, & cette variété, par rapport à une corde d'inſtrument, dépend de la force avec laquelle on la touche ; & par rapport à une flûte, elle dépend de la maniere ſelon laquelle on l'embouche, c'eſt à dire, de la quantité d'air qu'on y pouſſe.

On peut démontrer cette vérité par la comparaiſon de deux pendules de

(1) Smith. Harmoniks. pag. 251.

même longueur, mais qui ſont différemment maîtriſés par la peſanteur : or les tems que ces ſortes de pendules emploient à faire leurs vibrations, ſont en raiſon inverſe ſous-doublée de leur peſanteur (§. 479) ; mais dans l'hypotheſe préſente, où il s'agit des vibrations d'une corde d'inſtrument qui ſe meut de la même maniere qu'un pendule qui oſcille entre deux arcs de cycloïde, il faut ſubſtituer la raiſon inverſe ſous-doublée des forces élaſtiques de cette corde, lorſqu'abandonnée à elle-même, elle ſe reſtitue ; puiſque l'élaſticité de cette corde, lorſqu'elle eſt en vibrations, produit en elle un mouvement ſemblable à celui que la gravité produit dans un pendule.

§. MMCCXI. On a obſervé qu'une corde de chanvre d'une ligne de diametre, meſure de Paris, tendue par un poids de 35 ℔, & de 90 pieds de longueur, avoit employé $\frac{1}{4}$ de ſeconde pour faire une vibration ; qu'une corde de laiton de 138 pieds de longueur & d'un quart de ligne de diametre, avoit fait une oſcillation dans l'eſpace d'une ſeconde ; mais qu'ayant mis un peigne ſur le milieu C [*Tab.* 58. *fig.* 4.] de cette corde de chanvre, ou de cette corde de laiton, chaque moitié de cette corde avoit fait deux oſcillations dans le même tems ; & qu'ayant mis un ſecond peigne en D, moitié de A C, la partie A D de cette corde avoit fait 4 vibrations ; & on a obſervé que la même proportion avoit lieu pour le nombre des vibrations, à proportion que la longueur de la corde de chanvre, ou que la corde de laiton diminuoit (1).

§ MMCCXII. Les vibrations des cordes d'inſtrumens ſont donc, quant à leur nombre, en raiſon inverſe des longueurs de ces cordes.

§. MMCCXIII. On obſerve outre cela qu'une corde A B, étant tendue, produit un ſon lorſqu'on la touche ; que la partie C A de cette corde ſonne l'octave aiguë, & que la partie D A donne encore une octave en ſus : d'où où peut déduire que l'élévation des ſons ſuit la raiſon réciproque de leurs longueurs.

§. MMCCXIV. Les cordes rendent donc un certain ſon lorſqu'elles font un nombre déterminé de vibrations dans un certain tems. Lorſque les vibrations faites en tems égaux, par deux cordes différentes, ſont entr'elles comme les nombres ſuivants : les Muſiciens donnent aux ſons que produiſent ces cordes, les noms que nous allons indiquer (2).

1	à	1.	L'uniſſon.
2	à	1.	L'octave.
3	à	2.	La quinte majeure.
64	à	45.	La quinte mineure.
4	à	3.	La quarte majeure.
45	à	32.	La quarte mineure.
5	à	4.	La tierce majeure.

(1) Merſenni Harmonic. Lib. 4. Propoſ. 18. pag. 14. (2) Merſenni Harmonic. Lib. 4. Prop. 18. pag. 59.

6	à	5.	La tierce mineure.
5	à	3.	La ſixieme majeure.
8	à	5.	La ſixieme mineure.
16	à	9.	La ſeptieme mineure.
15	à	8.	La ſeptieme majeure.
12	à	5.	La dixieme mineure.
5	à	2.	La dixieme majeure.
8	à	3.	La onzieme.
9	à	8.	Le ton majeur.
10	à	9.	Le ton mineur.
16	à	15.	Le ſémi-ton.
81	à	80.	Le comma.

§. MMCCXV. Sept ſons font une octave ; car le huitieme ſon eſt le premier de l'octave ſuivante : on compte dans l'octave trois tons majeurs, deux tons mineurs, & deux ſémi tons. Les ſons que nous venons d'indiquer ſont connus par les ſept noms ſuivants : ut, re, mi, fa, ſol, la, ſi, ut. Et voici les différens nombres de vibrations que les cordes d'inſtrumens font, dans un tems donné, lorſqu'elles rendent les ſons que nous venons de nommer : 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48, en commençant par le ſon le plus grave. Pour les deux ſémi-tons, on a 32 : 30 : : 16 : 15, & 48 : 45 : : 16 : 15. Pour les trois tons majeurs, 27 : 24 : : 9 : 8 : : 36 : 32 : : 45 : 40. Pour les deux tons mineurs, 30 : 27 : : 10 : 9 : : 40 : 36.

Par conſéquent les tons majeurs ſont, ut, re, & fa, ſol, ainſi que ſi, & la.

Les tons mineurs, re, mi, & ſol, la.

Les ſémi-tons, mi, fa, & ſi, ut.

§. MMCCXVI. Une oreille un peu exercée à entendre de la muſique, peut diſtinguer 43 ſons dans une octave (1). Il s'en trouve encore beaucoup d'autres entre chacun d'eux; mais l'oreille de l'homme n'eſt point aſſez bien organiſée pour ſaiſir toutes ces différences, & pour les bien diſtinguer.

§. MMCCXVII. On peut diſtinguer pluſieurs octaves en montant & en deſcendant. *Sauveur* penſe que tous les ſons qui peuvent affecter gracieuſement l'oreille de l'homme, ſont compris dans dix octaves. *Euler* les renferme tous en huit (2); par conſéquent le ſon le plus aigu ſera compoſé de 1024 vibrations, tandis que le plus grave n'en comprendra qu'une : car dans chaque octave aiguë, le tems d'une vibration eſt ſous-double du tems employé à la vibration de l'octave précédente; & $\frac{1}{1024} = \frac{1}{2}$ élevée à la dixieme puiſſance.

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1700. (2) Tentam. Muſicæ. Cap. 1.

§. MMCCXVIII. Le nombre de vibrations qu'une corde tendue exécute dans un tems donné, est comme la racine quarrée du poids qui la tend, divisée par le diametre & par la longueur de cette corde.

Soit, par exemple, la corde A B [*Tab.* 58. *fig.* 5.], tendue par un poids F; qu'au milieu C de cette corde soit suspendue un poids E, qui la tire & la fasse descendre selon C D; le poids qui bande cette corde, sera appellé F, & celui qui la fléchit sera nommé E. Si on suppose que cette corde prenne, en se fléchissant, la situation A D B la ligne D B, pourra représenter toute la force qui tend cette corde, & cette force décomposée, pourra s'exprimer par les lignes D C & C B: or si on considere ces deux forces, on verra que D C retire de bas en-haut la corde, en vertu de son élasticité, & que C B tire cette même corde vers B, selon une direction parallele à l'horison; mais comme, dans les petites tensions, $DB = CB$, on pourra substituer C B à D B. Cela posé, le poids E qui tire cette corde, est égal à la force qui la retire de bas en-haut; par conséquent la force E qui tire cette corde, est à la force F qui la tend, : : C D : C B; par conséquent $E = \frac{F \times CD}{CB}$. Mais comme C D, en vertu de la décomposition du mouvement, agit de bas en-haut, & qu'il agit maintenant de haut en-bas, en vertu du poids E, suspendu en D, cette force qui retire la corde de sa direction parallele à l'horison, peut donc être représentée par 2 C D. Supposons maintenant que $2CD = S$, & $2CB = L =$ la longueur de la corde; dans cette supposition, E sera $= \frac{F \times S}{L}$. En supposant donc que F & L soient des quantités données, c'est-à dire, si le poids qui tend la corde demeure le même, ainsi que la longueur de cette corde, la puissance E, qui agit contre cette corde, & qui la tire, demeurera toujours $= S$; mais l'espace parcouru par le poids E, qui est suspendu en C, $= CD$; & l'espace parcouru par le mobile sera en raison composée du tems & de la vîtesse. Cela posé, exprimons par T le tems, & la vîtesse par C; on aura $S = TC$. Par conséquent $1 S = TC$, & $1 = \frac{TC}{S}$, & $\frac{1}{T} = \frac{C}{S}$, & $\frac{S}{T} = C$. Le ressort qui réagit dans une corde d'instrument tendue, peut être, pour ainsi dire, regardé comme la force ou la puissance qui la retire de bas en-haut; c'est-à dire, qui tend à la ramener à sa premiere situation: or cette puissance est en raison composée de la vîtesse & de la grandeur de l'obstacle qu'elle doit vaincre. Nommons M cette puissance, & Q la grandeur de l'obstacle; nous aurons $M = QC$, ou $C = \frac{M}{Q}$. Mais nous avons déja trouvé que $C = \frac{S}{T}$; par conséquent nous aurons $TM = QS$. Or Q représente le poids de la corde, par conséquent la quantité donnée: d'où il suit que T M sera comme S. Mais, dans l'hypothese présente, on a $M = S$, par conséquent T, ou le tems que la corde emploie à faire une vibration est toujours le même, soit que la quantité donnée, ou C D, soit un peu plus

grand ou un peu plus petit; & conſéquemment le ſon que forme la corde, dès le moment qu'elle eſt en vibrations, juſqu'à celui où elle ceſſe d'en faire, eſt toujours le même, ainſi que nous l'avons déja démontré (§. 1421).

Maintenant on peut auſſi conſidérer la force élaſtique comme une force uniforme, lorſqu'elle ſe développe dans de très petits eſpaces: d'où il ſuit que le mouvement produit en vertu de la force élaſtique, ſera comme le poids qui fléchit la corde & le tems; c'eſt-à-dire, que M ſera comme E T; tandis que dans tout autre cas $M = QC$. Cela poſé, appellons le diametre de la corde D; on aura $Q = DDL$, & $QC = DDCL$; par conſéquent $ET = DDLT$, & $T = \frac{DDLC}{E}$. Mais nous avons trouvé ci-deſſus que $E = \frac{FS}{L}$; par conſéquent, en ſubſtituant la valeur de E, nous aurons $T = \frac{DDLLC}{FS}$. Or $\frac{C}{S} = \frac{S}{T}$; par conſéquent $T = \frac{DDLL}{TF}$, ou $FTT = DDLL$; & en tirant la racine, on aura $T\sqrt{F} = DL$, & $T = \frac{DL}{\sqrt{F}}$. Nommons n le nombre de vibrations que la corde fait; ce nombre ſera en raiſon inverſe du tems, & par conſéquent $\frac{1}{n} = T = \frac{DL}{\sqrt{F}}$; donc $n = \frac{\sqrt{F}}{DL}$, ou le nombre des vibrations ſera comme la racine quarrée du poids qui tend la corde, diviſée par le diametre & la longueur de cette corde.

§. MMCCXIX. Si on ſuppoſe donc que deux cordes de même longueur, & de même diametre, ſoient tendues par différens poids F, les nombres de vibrations que ces deux cordes feront dans le même tems, ſeront entr'eux, comme les racines quarrées des poids qui tendent ces cordes. En ſuppoſant donc que ces poids F ſoient entr'eux comme 1 : 4, les vibrations ſeront entr'elles, quant à leur nombres, comme 1 : 2; & conſéquemment ces deux cordes ſonneront l'octave l'une de l'autre.

§. MMCCXX. Si D & L ſont donnés, on aura T en raiſon inverſe de la racine de F; c'eſt-à-dire, le diametre & la longueur de la corde étant donnés, le tems que la corde emploiera à faire ſes vibrations, ſera en raiſon inverſe de la racine du poids qui la tendra.

§. MMCCXXI. Si D & F ſont donnés, T ſera comme L; c'eſt-à dire, que le tems employé à faire chaque vibration, ſera directement comme la longueur de la corde. On conçoit par-là la vérité de ce que nous avons dit dans le §. 2213; que ſi on met un chevalet qui diviſe une corde d'inſtrument en deux parties égales, la moitié de la corde donnera l'octave aiguë du ſon que rendra la corde entiere.

§. MMCCXXII. Si F & L ſont donnés, T ſera comme D; c'eſt-à dire, en ſuppoſant que le poids qui tend la corde demeure le même, ainſi que la longueur de cette corde, le tems que cette corde emploiera à faire ſes vibrations

vibrations, fera proportionnel à fon diametre, ou en raifon fous-doublée de fon poids : en effet, le poids de la corde eft comme DDL; par conféquent D eft comme la racine de DD; puifqu'on fuppofe que L eft conftante.

§. MMCCXXIII. Par conféquent fi deux cordes different en longueur & en groffeur, & qu'elles foient tendues en raifon de leur groffeur, & en raifon doublée de leurs longueurs, ou comme les quarrés de leurs diametres & de leurs longueurs; elles donneront l'uniffon, ou elles feront le même nombre de vibrations dans le même tems.

Comme $n = \frac{\sqrt{F}}{DL}$; pareillement $N = \frac{\sqrt{f}}{dl}$.

Suppofons que $n = N$, on aura $\frac{\sqrt{F}}{DL} = \frac{\sqrt{f}}{dl}$.

Par conféquent on aura la proportion fuivante.

$\sqrt{F} : \sqrt{f} :: DL : dl$, ou $F : f :: DDLL : ddll$.

§. MMCCXXIV. On conçoit, par la théorie qu'on vient d'établir, pourquoi on emploie, dans les inftrumens de mufique, comme le violon, la baffe, & plufieurs autres femblables, des cordes de différente groffeur? En effet, les 4 cordes d'un violon forment 16 fons différens. Si on employoit donc des cordes de même groffeur & de même longueur, & que ces cordes formaffent deux octaves, il faudroit que la corde qui fonne la baffe fût 16 fois moins tendue que la premiere corde qui donne la quinte : conféquemment ayant donné à celle qui forme la baffe un degré de tenfion fuffifant, pour qu'elle pût former un fon fenfible, il faudroit que celle qui donne la quinte fût 16 fois plus tendue ; tenfion qu'elle ne pourroit fupporter fans fe rompre : ou fi on tendoit feulement cette derniere autant qu'elle pourroit le fupporter, la baffe qui feroit 16 fois moins tendue, ne le feroit point affez pour qu'elle pût faire des vibrations fenfibles ; par conféquent, pour qu'une corde d'inftrument foit propre à donner la baffe, il faut la choifir quatre fois plus groffe, & on fera obligé de la bander quatre fois davantage, pour qu'elle foit à l'uniffon de la premiere, lorfqu'elle eft très lâche : or cette corde étant quatre fois plus bandée, deviendra alors affez ferme pour faire des vibrations affez promptes, & conféquemment pour former un fon. D'où il fuit qu'il étoit indifpenfablement néceffaire que les cordes deftinées à donner les fons les plus graves dans le violon, fuffent plus groffes que les autres : c'eft pour cette raifon qu'on emploie, dans le violon & dans les autres inftrumens de même efpece, des cordes de différentes groffeurs.

Dans le claveffin, les cordes font différentes en longueur & en groffeur ; les plus fines, & en même-tems celles qui font plus courtes, donnent les fons les plus aigus, tandis que les plus longues, qui font en même tems les plus groffes, donnent les fons les plus graves. Il étoit auffi néceffaire que les plus longues fuffent plus groffes, afin qu'elles puffent fupporter une plus grande tenfion, qu'elles frémiffent plus long-tems, & qu'elles donnaffent des fons plus diftincts.

§. MMCCXXV. On conçoit aussi par ce que nous avons démontré ci dessus, comment une même corde de violon peut former différens sons? Puisqu'en plaçant le doigt en différens endroits sur la longueur du manche, on la raccourcit plus ou moins, & conséquemment on lui fait rendre un son plus ou moins haut.

Supposons que la corde A B [*Tab.* 58. *fig.* 4.], prise dans toute sa longueur, donne le son E, si on place le doigt en C, & qu'on la raccourcisse par ce moyen au point de n'avoir que la moitié de sa premiere longueur, elle sonnera alors l'octave aiguë du son qu'elle formoit précédemment. Si on place le doigt en D, moitié de la partie C A, la partie A D donnera un son qui sera encore d'une octave plus haut que le précédent: d'où il suit que les aliquotes de cette corde, pour former les différens sons, prises dans la partie A C, sont beaucoup plus petites que celles qu'il eût fallu prendre dans la corde entiere A B: d'où il paroît combien il est difficile de former avec une corde une suite de sons purs & distincts, & avec quelle dextérité il faut placer les doigts sur les endroits nécessaires de cette corde, lorsqu'on veut former des sons fort aigus.

§. MMCCXXVI. Mais pourquoi emploie-t-on dans le violon des cordes à boyau, par préférence à des cordes de laiton? Cela vient de ce que, si on prend une corde à boyau, & une corde de laiton de même diametre, de même longueur, & qu'on les tende l'une & l'autre avec un même poids, la corde à boyau sonne la onzieme aiguë de la corde de laiton, & conséquemment de ce qu'il ne faut pas tendre aussi fortement une corde à boyau qu'une corde de laiton, pour leur faire former les mêmes sons, & conséquemment de ce qu'on peut employer des cordes à boyau plus longues que celles dont on pourroit se servir si on faisoit usage de cordes de laiton (1). Néanmoins on se sert de cordes de laiton pour le *violon d'amour*.

§. MMCCXXVII. Comment peut-on déterminer le nombre de vibrations que forme chaque son en commençant à compter depuis le son le plus grave que l'oreille de l'homme puisse saisir, jusqu'au son le plus aigu qu'elle puisse distinguer; savoir celui qui est assez aigu pour être désagréable à entendre?

Mersenne nous fournit un moyen pour cela (2). Il nous fait remarquer que le son le plus grave dont on puisse faire usage dans un concert, est formé de 16 vibrations faites en une seconde; néanmoins on peut distinguer le son d'une plus grosse corde qui ne feroit que $12\frac{1}{2}$ vibrations dans le même tems: le son de cette corde répond à celui que forme un tuyau d'orgue de 32 pieds de longueur. Si nous supposons que toute notre musique soit renfermée en 10 octaves, suivant le (§ 2217), on aura pour le son le plus grave $12\frac{1}{2}$ vibrations qui s'exécuteront en une seconde: or ces $12\frac{1}{2}$ vibrations multipliées par le nombre 1024, donneront 12800; par conséquent le son le plus aigu dont on puisse faire usage dans un concert harmonique, sera formé par 1280 vibrations, qui s'exécuteront en une seconde.

(1) Mersenni Harmonic. Lib. 3. Prop. 9.

(2) Mersenn. Harm. Lib 3. Prop. 33. pag. 26. & Lib. 3. Prop. 8. p. 41. & Sauveur, Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1700.

§. MMCCXXVIII. Tout ce que nous venons de dire ſur les cordes & ſur leurs vibrations, a pareillement lieu par rapport à tout corps ſonore quelconque qui forme de ſemblables vibrations, de pareils frémiſſemens, lorſqu'on le frappe & qu'il rend un ſon; telles ſont, par exemple, les cloches, &c, qui de rondes qu'elles étoient, deviennent ovales lorſqu'on les frappe, & forment de véritables vibrations, ainſi qu'on peut le remarquer en approchant un ſtilet de fer de leur circonférence; on entend alors des frémiſſemens répétés, qui décelent ces vibrations d'une maniere inconteſtable.

L'expérience de *Galilée* (1) prouve que ce même phénomene s'obſerve dans les verres à boire, quant aux ſons & au nombre de vibrations qu'ils forment : car cet habile Mathématicien ayant gliſſé le doigt ſur le contour du rebord d'un verre, dans lequel il y avoit de l'eau; ce verre commença à réſonner, & il vit naître des ondes dans l'eau : ayant enſuite preſſé plus fortement ce verre avec le doigt, de façon que le ſon donnoit l'octave aiguë du premier, il vit ſur l'eau de plus petites ondes, mais qui coupoient exactement par le milieu chacune des ondes précédentes.

§. MMCCXXIX. Après avoir examiné le ſon dans le corps ſonore, examinons maintenant en quoi conſiſte le ſon dans l'air; & comme cette matiere nous offre des phénomenes très ſubtils à développer, nous ne donnerons ici que les premiers fondemens de cette ſcience, ceux qui pourront être à la portée des commençans.

Suppoſons une corde miſe en vibrations, qui réſonne & qui eſt entourée d'air de toutes parts, dont les parties élaſtiques ſoient également diſtantes les unes des autres, ou ſe touchent, comme il eſt repréſenté par a, b, c, d, e, f, &c [*Tab.* 58. *fig.* 6.], cette corde étant en vibrations, choque, avec toute la force dont elle eſt munie, la partie a, & la pouſſe vers f avec une très grande vîteſſe : cette particule d'air, a, en ſe mouvant, heurte contre la partie b, à laquelle elle communique du mouvement; & ſe mouvant conjointement avec elle, ces deux parties a, b viennent heurter la partie c : ces trois parties agiſſent contre la ſuivante d; & toutes quatre réunies, agiſſent contre la partie e : or ces parties b, c, d, e réſiſtent, & en vertu de leur inertie, & en vertu de leur élaſticité; par conſéquent ces parties ſe condenſent continuellement, juſqu'à ce qu'elles ſoient parvenues en e, où nous les ſuppoſons autant condenſées qu'elles le puiſſent être par la force communiquée en a, & où nous ſuppoſons qu'elles ont abſorbé, par leur réſiſtance, le mouvement des autres parties qui ont été portées vers f. Mais le reſſort de la petite maſſe d'air qui s'eſt condenſée en e, a augmenté dans la même proportion; elle fera donc alors effort pour s'étendre, pour ſe développer du côté où elle éprouvera une moindre réſiſtance : conſéquemment elle ſe développera en deux ſens contraires; ſavoir, vers a, & vers h; en vertu de cette dilatation, les parties d, c, b, a, ſeront repouſſées en arriere, & elles reprendront chacune la place qu'elles avoient abandonnée : & la partie f, en vertu de l'effort que la partie e fait contre elle, pouſſera en avant, avec une même vîteſſe, celles qui l'avoiſinent; ainſi f, g, h, ſe mouveront en avant avec la même vîteſſe que d, c, b, a, retourneront en arriere. La denſité de l'air ſera

(1) Mechanic. Dialog. 1, pag. 90.

donc augmentée en h, autant qu'elle le puisse être, ainsi que nous venons de l'observer par rapport à la partie e : or, réfléchissant sur ce phénomene, nous observons que l'air étant mû de a, en e, cet air s'est condensé en e, autant qu'il a été possible, eu égard à la force compressive ; que cette densité, acquise en e, a diminué insensiblement jusqu'en h : c'est ainsi que se forme la premiere onde dans l'air ; il en est de même de cette onde que de celle qu'on observe dans l'eau lorsqu'on la voit s'élever insensiblement, & s'abaisser ensuite selon la même progression. Après la formation de cette premiere onde dans l'air, ce fluide, qui est très dense en h, y est aussi plus élastique ; il se développe donc en deux sens, en avant & en arriere, où il éprouve moins de résistance : on voit donc les particules qui avoient été poussées jusqu'en h, retourner en e, tandis que h & i se portent en k ; ce qui forme la seconde ondulation sonore : on doit raisonner de même par rapport aux autres ondulations qui se propagent jusqu'en o, & même plus loin.

J'appelle *sonores* ces ondulations qu'on remarque dans l'air ; c'est-à-dire, que le son est produit dans l'air par de telles ondulations, & comme ces ondulations ne sont point, à proprement parler, des ondes, on pourroit les nommer des pulsations de l'air, ou des condensations réciproques sonores ; car elles different essentiellement des ondes, qu'on remarque sur la surface de l'eau, qui ne sont autre chose que de petites monticules & de petites dépressions qui se forment sur cette surface, & qui se développent continuellement par des cercles concentriques : au contraire, les ondulations sonores partent dans l'air comme du centre d'une sphere C [*Tab.* 58. *fig.* 7.], où le corps sonore est placé, & elles s'étendent de-là en toutes sortes de sens sur toute la surface des spheres qui vont toujours en augmentant, AA, BB, DD, EE. En effet, 1°. l'air condensé se développe également en toutes sortes de sens ; par conséquent les ondulations qui se forment dans son sein, ne sont point sur une surface plane, mais sur une sphere. 2°. Ces ondulations naissent dans le milieu de l'air, & à toutes sortes de hauteurs au-dessus de la surface de la terre, où il puisse se trouver des habitans, & non pas seulement sur sa surface extérieure, ainsi que celles qu'on remarque sur l'eau, qui ne se font remarquer que sur sa surface extérieure. 3°. La vîtesse des ondes qui se font sur l'eau, est différente, suivant que la hauteur varie ; mais il n'en est pas ainsi de la vîtesse de celles que le son produit dans l'air : elle est toujours la même dans un air dense & élastique, soit que le son soit fort, soit qu'il soit foible.

§. MMCCXXX. Les corps qui forment du son dans l'air, forment des sons très différens les uns des autres, comme il arrive lorsqu'on fait résonner ensemble plusieurs instrumens, ou lorsqu'on touche les différentes cordes d'un même instrument ; ce qui a donné lieu d'examiner si une masse d'air élastique de même densité, comprise dans toute l'étendue d'un endroit fort petit, pouvoit produire tout à la fois un si grand nombre d'ondulations si différentes, dans lesquelles il devoit y en avoir dont la vîtesse fut 12000 fois plus grande, & davantage ; ou plutôt, si une même masse d'air C, composée de parties différentes en ressort, en grandeur, en masse, en poids, &c. ainsi que nous l'avons déja démontré, avoit des parties, dont les unes fussent propres à recevoir & à transmettre tel son, d'autres un autre son différent,

& ainſi de ſuite pour tous les ſons poſſibles qu'un inſtrument peut produire, & que l'oreille de l'homme peut diſtinguer ? Les Phyſiciens ne ſont point d'accord à cet égard, & chacun de ces deux ſentimens a ſes difficultés, que ceux qui viendront après nous pourront peut-être réſoudre, par le ſecours de quelques expériences : on peut néanmoins en voir quelques-unes qui ſont très bien développées dans l'Hiſtoire de l'Académie des Sciences (1). Il y a quelques Phyſiciens qui révoquent en doute les vibrations ſonores de l'air, excitées par les frémiſſemens du corps ſonore, fondés ſur ce que ſi on tient à peu de diſtance d'un grand corps ſonore, la flamme d'une chandelle, on ne remarque aucune agitation dans cette flamme, ſemblable à celle qu'on pourroit remarquer ſi elle étoit agitée par le moindre vent : outre cela, diſent-ils, ſi le ſon, conſidéré dans le milieu qui le tranſmet, conſiſte dans de certaines ondulations de ce milieu, comment peut-il ſe faire qu'on entende ce ſon à toutes ſortes de diſtance du corps ſonore ; car dans l'endroit où l'air ſeroit très rare, il ne ſeroit pas poſſible d'y entendre un ſon qu'on pourroit diſtinguer avec toute ſon intenſité, en prêtant l'oreille, dans l'endroit où l'air exécute ſes vibrations & où il eſt très condenſé : or l'expérience décele le contraire, car on diſtingue un ſon à toute diſtance quelconque du corps ſonore.

Mais il arrive auſſi qu'on ceſſe d'entendre le ſon d'une clochette établie ſous le récipient d'une machine pneumatique, dont on a retiré l'air ; tandis qu'une autre cloche, qui donne un autre ſon, ſe fait encore entendre pendant long tems ; ce qui ne favoriſe pas peu le troiſieme ſentiment de M. de Mairan.

§. MMCCXXXI. Le ſon ſe propage circulairement de toutes parts ; de ſorte que le corps ſonore ſe trouve placé dans le centre d'activité de la ſphere ſonore. Lorſqu'une cloche ſe trouve ſuſpendue dans un endroit ſpacieux, on l'entend de tous côtés, par-tout où on prête l'oreille ; & ſi le ſon de cette cloche rencontre un endroit qui ſoit ouvert, il s'échappe par cette ouverture, d'où il s'étend encore circulairement comme d'un nouveau centre d'activité, ainſi qu'il arrive aux ondes qui ſe forment ſur la ſurface d'une eau qui communique avec une autre maſſe par une ouverture.

§. MMCCXXXII. L'intenſité du ſon diminue à proportion que nous nous éloignons du corps ſonore, & en ſuppoſant la denſité de l'air uniforme dans toute l'étendue de ſa maſſe, juſqu'à l'extrêmité de laquelle le ſon ſe fait entendre, il paroît que ſon intenſité décroît en raiſon inverſe doublée des diſtances au corps ſonore.

Suppoſons que le corps ſonore ſoit placé au centre C [*Tab.* 58. *fig.* 7.], & qu'il excite d'abord des vibrations ſonores dans la maſſe d'air A A : dans cette hypotheſe, l'intenſité de la force ſonore, répandue dans la maſſe d'air A A, ſe communique & ſe diſtribue à la maſſe d'air B B, qui l'avoiſine, & que nous regarderons comme le ſecond eſpace que parcourra ce ſon dans ſa tranſmiſſion ; mais il ne faut pas oublier que le ſon ſe tranſmet ſphériquement, ou en toutes ſortes de ſens ; par conſéquent la ſurface ſphérique déterminée par A A, eſt à celle qui eſt déſignée par B B, & compriſe entre les

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1737. Journ. des Sav. ann. 1741. Juin, pag. 174 & 186.

mêmes rayons prolongés CAB, CAB, comme le quarré de CA est au quarré de CB; conséquemment la force qui agite l'air dans l'espace CA, & qui le met en vibrations, est à la vérité égale à celle qui anime une masse quadruple d'air, comprise en CB; & conséquemment l'intensité de la force diffuse & répandue dans toute la surface CB, est à celle qui est distribuée dans la surface AA, comme la surface AA est à la surface CB; c'est-à-dire, comme le quarré de AC est au quarré de CB. L'intensité du son suit donc la raison inverse doublée du quarré des distances au corps sonore; mais si la densité de l'air vient à augmenter, si la surface de l'air qui est mise en vibrations, devient plus grande, & que son élasticité augmente, l'intensité du son sera en raison composée de ces différentes raisons.

§. MMCCXXXIII. Chaque son a ses bornes, au-delà desquelles il ne se fait plus entendre.

En effet, un homme qui parle d'un ton fort haut, & qui se fait entendre à la distance de 100 perches, ne se fait plus entendre à la distance de 1000. Mais seroit-il possible de déterminer les bornes au delà desquelles le son cesse de se faire entendre? c'est ce qui me paroît tout-à-fait impossible; car elles dépendent de la grandeur, de l'intensité du son, des vents, &c. elles dépendent aussi de la finesse de l'organe destinée à la fonction de l'ouie; ce que personne ne peut déterminer. On a cependant déterminé, par plusieurs observations, jusqu'à quelles distances le son s'est quelquefois fait entendre. *M. Newton*, Envoyé de la Cour d'Angleterre à Florence, ayant demandé qu'on tirât le canon, le bruit s'en fit entendre à Livourne & au vieux Château bâti sur le mont Rotondo, qui est encore à cinq milles de distance au-delà: la distance de Livourne à Florence est de 50 milles d'Italie. Le pays compris entre ces deux endroits est montagneux, & le vent qui régnoit dans le tems qu'on faisoit cette expérience, ne favorisoit point la propagation du son. Les François faisant, en 1747, le siége de Bergen, on entendoit à Leyde, & distinctement, le bruit du canon: or Leyde en est éloigné de 15 milles de Hollande. Lorsque cette même Nation faisoit le siége de Gènes, on entendoit à Livourne le bruit du canon: la distance de ces deux endroits est de 90 milles d'Italie (1). Lorsqu'on tire du canon à Livourne, on peut l'entendre dans le port de Ferrajo, qui en est éloigné de 66 milles. On ne peut donc rien déterminer de fixe & de certain par rapport aux limites du son; car, en supposant même qu'on connût la grandeur du son, sa propagation dépend encore de la constitution du terrein, du vent, qui peut être favorable ou contraire, qui, dans l'un & l'autre cas, peut être doux ou véhément. Elle dépend encore de la pureté de l'air, des vapeurs & des exhalaisons qui flottent dans son sein, de la pluie, de la neige, des nuées: elle dépend outre cela du ressort actuel de l'air, de sa densité, de sa chaleur, de l'espace qui sépare chaque molécule de l'air, & peut être encore d'un nombre infini de causes que nous ne connoissons point. Mais comme l'intensité du son décroît à proportion que le quarré des distances au corps sonore augmente, il arrive que son intensité devient si foible, à de grandes distances, que les vibrations que l'air y reçoit ne sont point suffisantes pour

(1) Philos. Trans. n. 113.

causer un ébranlement sensible à la membrane du tympan : or, lorsque les ébranlemens que les rayons sonores occasionnent à cette membrane, ne sont point sensibles, on ne peut point alors éprouver la sensation du son. Supposons que quelqu'un entende un son à un pied de distance du corps sonore, & que ce même son se propage à la distance de 50 milles, c'est à-dire de 240000 pieds : dans cette hypothese, l'intensité du son, comparée dans ces deux intervalles, sera, dans le rapport du quarré, de 240000 à 1, c'est-à-dire, comme 57600000000 à 1 ; d'où il suit que le bruit d'un canon, qu'on ne pourroit point supporter à une aussi petite distance que la premiere que nous venons d'indiquer, ne seroit point entendu, ou presque point entendu à la seconde de ces deux distances. Dans le calcul que nous venons de donner, nous supposons que l'étendue du terrein que le son parcourt est plat, tel qu'il arriveroit s'il avoit à parvenir d'un espace à un autre, qui seroient séparés par des mers, des champs, des rivieres, &c ; ainsi ce calcul doit souffrir de grandes exceptions, lorsque le terrein est inégale, raboteux, rempli de montagnes & de vallées fort profondes. *M. Godin* fit pointer une bouche à feu sur le sommet de la montagne Pamba Marca, dans le Royaume du Pérou ; le boulet qu'elle devoit lancer étoit de 9 livres : or étant venu auprès de Quito, à une distance de 19000 toises de cette montagne, ce qui équivaut à 7 milles de Hollande, il ne put entendre le bruit de l'explosion (1) ; mais il faut remarquer que cette distance étoit séparée par des vallées de plus de 100 toises de profondeur, où il paroît qne le son s'amortit & périt, tandis qu'il eut pu parcourir une plaine deux fois plus étendue.

§. MMCCXXXIV. Si on dispose sous un récipient de métal, un petit réveil, dont les marteaux puissent toujours frapper le timbre avec la même force ; ce récipient étant rempli d'air, si on lâche la détente du réveil, & qu'on s'éloigne jusqu'à ce qu'on n'entende qu'avec peine le son produit par le timbre, il est constant que le son qu'on entend alors, dépend de l'air qui est compris sous le récipient, & qui communique aux parois de ce vase les vibrations qu'il reçoit du timbre : ce récipient, ébranlé par la masse d'air qu'il contient, communique de semblables vibrations à la masse d'air environnante ; de sorte que celui qui est placé à une distance quelconque du récipient, n'entend point, à proprement parler, le son du timbre, mais précisément celui de l'air qui enveloppe le récipient : si on injecte alors de nouvel air sous ce récipient, de façon que la densité de celui qui y est naturellement compris, augmente de moitié, son ressort augmentera aussi selon la même proportion, & conséquemment le timbre communiquera des vibrations à une masse d'air une fois plus dense & une fois plus élastique : dans cette hypothese il y aura un plus grand nombre de parties aériennes qui ébranleront les parois de ce récipient, & avec une double élasticité ; par conséquent ces parois seront ébranlées avec une force quadruple, & ils communiqueront à l'air ambiant un ébranlement quadruple ; ce qui fera qu'on pourra entendre le son à une distance double de la premiere, ainsi que l'expérience le démontre. Si on triple la quantité d'air sous le récipient, on entend le son à une triple distance.

(1) Condamin, Journ. p. 36. Dom Georg. Juan. Obs. Astron. Liv. 6. ch. 1. p. 117.

§. MMCCXXXV. Si on renferme encore, comme précédemment, le réveil dont nous venons de parler, ſous un récipient d'airain (le digeſteur de Papin eſt très propre à faire cette expérience), & qu'on le faſſe ſonner dans une maſſe d'air de même denſité, mais dont on augmente le reſſort par le moyen de la chaleur qu'on communique au dehors aux parois du récipient; on augmentera auſſi l'intenſité du ſon, & on pourra l'entendre à une plus grande diſtance du récipient. En effet, le timbre ſonnant dans une maſſe d'air, dont le resſort eſt augmenté par la chaleur qu'on communique au récipient, les parois de cette maſſe agiſſent avec plus de force contre les parois de ce vaſe; ceux-ci réagiſſent auſſi avec une plus grande force contre l'air qui les environne; ce qui augmente l'intenſité du ſon, & ce qui lui procure en même-tems la facilité de ſe faire entendre à une plus grande diſtance. *Hauxbée* (1) fut le premier qui fit ces expériences; *s'Graveſande* (2) les répéta après lui, & ce fut *Zanotti* qui nous les détailla (3).

§. MMCCXXXVI. Le ſon ſe propage aſſez lentement (4), & il ne ſe répand pas toujours avec la même vîteſſe, ſoit dans le même endroit, ſoit en différens endroits de la terre, quoiqu'il n'y ait aucun vent. *Gaſſendi* paroît avoir été un des premiers qui ait fait attention à l'eſpace que le ſon parcourt dans un certain tems. Suivant les obſervations de cet habile Phyſicien, le ſon parcourt 1473 pieds en une ſeconde. Mais les Académiciens de Florence ont déterminé cela d'une maniere plus juſte, à l'aide du bruit du canon, qu'ils ont obſervé à différentes diſtances; & comme le feu d'un canon qui décharge, eſt vu, à peu de choſes près, dans le même tems, & par celui qui eſt auprès de la batterie, & par celui qui en eſt éloigné, on peut négliger cette petite différence de tems, & conſéquemment celui qui veut obſerver la vîteſſe du ſon, ne doit examiner que le tems qui s'écoule depuis le moment qu'il apperçoit le feu, juſqu'à celui qu'il entend le coup. Ce fut d'après cette maniere d'obſerver, que les Académiciens de Florence dirent que le ſon parcouroit 1185 pieds dans l'eſpace d'une ſeconde (5). Mais MM. *Caſſini*, *Huygens*, *Picard*, *Reaumur* ayant répété ces expériences dans le même tems en France, ont trouvé que le ſon parcouroit en une ſeconde un eſpace de 1172 pieds de Paris (6) *Flamſtede* & *Halley* les répéterent auſſi en Angleterre, & trouverent qu'il parcouroit 1142 pieds, meſure d'Angleterre; ce qui équivaut à 1070 pieds de Paris. M. *Newton* confirma encore cette expérience. Mais M. *Caſſini de Thury* comparant avec plus d'exactitude la meſure ou le pied de Paris avec celui d'Angleterre, trouva que 1142 pieds Anglois, équivaloient à 1072 pieds de France. Ce même Académicien répétant enſuite ces expériences, dans un tems calme, & à la diſtance de 14636 toiſes, il trouva que le ſon parcouroit 173 toiſes, ou 1038 pieds en une ſeconde (7). L'année ſuivante il répéta ces mêmes expériences à la diſtance de 22572 toiſes; il trouva que le ſon parcouroit alors cet eſpace en 130 ſecondes; ce qui fit qu'il donna au ſon une vîteſſe propre

(1) Phyſ. Méch. Expérim.

(2) Elem. Phyſ. pag 646. §. 2354.

(3) Comment. Bonon. Vol. 1. p. 1703.

(4) Lucret. Lib. 6. verſ. 166.

(5) Tentam. Flor. p. 113.

(6) Duhamel Hiſt. Acad. Reg. Lib. 2. §. 3. cap. 2.

(7) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1738.

à parcourir 1041 pieds, ou 172 toiſes 3 pieds dans l'eſpace d'une ſeconde (1). M. *de la Condamine* répétant ces mêmes expériences, en Amérique, auprès de la Cayenne, & ayant pris une diſtance de 20230 toiſes, trouva que le ſon ſe mouvoit avec une vîteſſe propre à parcourir 183 $\frac{10}{11}$ de toiſes; mais comme le vent qui ſouffloit alors avoit accéléré la vîteſſe du ſon de $\frac{10}{11}$ de toiſes, il trouva que la véritable vîteſſe du ſon, en cet endroit, étoit telle qu'il parcouroit 183 toiſes en une ſeconde, ou 1098 pieds. Il trouva auſſi qu'il ne parcouroit que 172 toiſes auprès de la ville de Quito (2). D'autres Phyſiciens ont encore trouvé des différences dans ces ſortes de réſultats: or comme on ne peut point révoquer en doute l'exactitude des expériences qu'on a faites à cet égard en Etrurie, en France, en Angleterre, en Amérique, j'ai lieu d'en conclure que le ſon ne ſe meut pas toujours avec la même vîteſſe en différens endroits, ni même dans le même endroit; puiſqu'on remarque 34 pieds de différence dans le réſultat de *Flamſtede*, comparé avec celui de *Caſſini*, & 60 dans celui de ce dernier, comparé avec celui que *la Condamine* nous donne: mais les expériences faites par MM. *Caſſini* pere & fils, different de 100 pieds; ce qui fait une très grande différence, & qui vient vraiſemblablement de ce que le reſſort de l'air étoit différent lorſqu'ils firent leurs expériences; car les vibrations de l'air, qui ſont naturellement très promptes, le ſeront encore davantage, ſi l'air devient très ſec & très élaſtique, & ſi la partie ſupérieure de l'atmoſphere augmente par ſa preſſion la denſité de l'air ſonore; & ſi, outre cela, la chaleur venant à augmenter, bande davantage ſon reſſort, la vîteſſe ou la promptitude des vibrations ſonores deviendra encore plus grande: or comme dans la même région de l'air, le poids de l'atmoſphere, ſa denſité, un plus grand ou un plus petit eſpace entre ſes molécules, la pureté de ce fluide, la chaleur qui regne en été & en hiver, l'élaſticité, l'électricité, le vent, comme, dis-je, toutes ces choſes ſont ſuſceptibles d'un grand nombre de différences, il n'eſt pas poſſible que la vîteſſe du ſon ne differe, & peut-être même y a-t-il encore quantité d'autres circonſtances, que nous n'avons point encore découvertes, qui concourent à varier les réſultats des expériences qu'on peut faire ſur la vîteſſe du ſon: ce ſont les obſervations de *Derham* qui me donnent lieu de former ce ſoupçon.

§. MMCCXXXVII. Comme perſonne n'a eu une plus grande commodité que *Derham* d'obſerver la vîteſſe du ſon, dans le même endroit de l'Angleterre, il eſt bon de remarquer ce que cet habile homme nous a donné ſur cette matiere. Dans toute ſaiſon quelconque, dit cet habile Phyſicien, ſoit que le ciel ſoit ſerein, ſoit qu'il ſoit nébuleux, ſoit qu'il neige, ſoit qu'il y ait du brouillard répandu dans l'atmoſphere, ſoit qu'il tonne ou qu'il éclaire, ſoit qu'il regne une grande chaleur ou un grand froid dans l'atmoſphere, pendant le jour ou pendant la nuit, ſoit pendant l'été ou pendant l'hiver, ſoit que la colonne de mercure ſoit fort élevée ou fort baſſe dans le barometre, ce que *Caſſini* a auſſi obſervé en faiſant ſes expériences lorſque la colonne de mercure étoit de 27 pouces 2 $\frac{1}{4}$ de lign. & de 27 pouces 11

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1739.

(2) Voyage de la Riviere des Amazonnes, p. 206. Introd. Hiſt. p. 98.

lignes; en un mot, quelques variations qui surviennent à l'atmosphere (pourvu qu'on en excepte les vents), la vîtesse du son n'est jamais plus grande ou plus petite; mais le son à la vérité peut être plus ou moins distinct. *Cassini* (1) nous a aussi assuré que la vîtesse du son étoit constamment la même en France, soit que le tems fût serein ou pluvieux, soit qu'on fit ces observations le jour ou la nuit: cependant *Blanconi* (2) nous assure que la vîtesse du son est plus petite pendant l'hiver que pendant l'été, & qu'il emploie 4 secondes de plus en hiver qu'en été, pour parcourir 13 milles d'Italie.

§. MMCCXXXVIII. Connoissant la vîtesse avec laquelle le son parcourt un espace donné, on peut connoître le nombre de vibrations qu'il fait dans l'air & leur amplitude (3). Pour résoudre ce problême, il faut commencer par chercher le nombre de vibrations que le corps sonore fait dans un tems déterminé, & diviser ensuite, par ce nombre, l'espace que ce son parcourt dans ce même tems; le quotient exprimera l'amplitude de chaque vibration. Supposons une corde qui soit telle qu'elle puisse exécuter $12\frac{1}{2}$ vibrations en une seconde (nous comprenons dans chacune de ces vibrations *l'allée & la venue de la corde*). Supposons aussi que le son parcourt l'espace AB de 1072 pieds en une seconde: dans cette supposition, le son produit par la premiere vibration de cette corde, parcourra l'espace AC, de $85\frac{19}{25}$ de pieds, avant que cette corde ait formé une secone vibration; la premiere vibration sera donc séparée de la seconde, par un espace de $85\frac{19}{25}$ de pieds: or ce même effet a lieu pendant les $12\frac{1}{2}$ vibrations qu'elle forme, & comme elle emploie une seconde pour produire ce nombre de vibrations, & que le son emploie aussi le même tems à parvenir en B, l'espace AB doit être conçu, divisé en $12\frac{1}{2}$ parties, chacune de $85\frac{19}{25}$ de pieds, que le son parcourt uniformement, & conséquement cet espace AB, divisé en autant de parties que la corde fait de vibrations, dans le même tems que le son parcourt cet espace, donne pour quotient uu nombre qui exprime l'amplitude de chaque vibration, & celle qui la suit. M. *Sauveur* a trouvé qu'un tuyau d'orgue, ouvert par ses deux extrêmités, & d'environ 5 pieds de longueur, sonnoit l'unisson d'une corde qui feroit 100 vibrations par secondes; par conséquent, ces vibrations sonores seront au nombre de 100, pendant que le son qu'elles produiront parcourra 1070 pieds de Paris; par conséquent les vibrations excitées dans l'air, seront séparées les unes des autres par un espace = 10, 7 pieds; mais comme le son le plus aigu que l'oreille de l'homme puisse distinguer, est produit par une corde qui fait 6400 vibrations en une seconde; les vibrations ne seront séparées les unes des autres que par un espace de 2 pouces 075 lignes. Pour connoître donc aisément les vibrations que produisent les cordes sonores, il faut observer la regle que voici. Les vibrations d'une corde tendue par un poids quelconque, sont isochrones avec les oscillations d'un pendule, dont la longueur est à celle de la corde dont il s'agit, en raison composée du poids de la corde, au poids

(1) Histoire de l'Académie Royale, année 1738.
(2) Comment. Bonon. Vol. 2. pag. 365.
(3) Newtoni Philos. Nat. Lib. 2.

qui la tend, & de la raison doublée du diametre du cercle à la circonférence (1).

§. MMCCXXXIX. La connoissance de la promptitude avec laquelle le son parcourt un espace donné, peut être d'un très grand avantage en mer; car considérant le moment où la lumiere d'un canon se fait appercevoir & mesurant exactement l'espace qu'il y a entre ce moment & celui où on entend le coup de canon, on peut déterminer assez juste la distance qui sépare deux vaisseaux. Cette connoissance peut être encore utile à celui qui fait le siége d'une ville : il peut connoître par-là à quelle distance il est des murs, lorsqu'on entre dans la tranchée, ou qu'on commence à l'ouvrir. Elle est encore utile aux Géographes, pour assigner sur les cartes les distances des différens endroits, lorsqu'ils sont séparés par des montagnes inaccessibles, qui empêchent qu'on puisse les mesurer exactement. Enfin cette connoissance peut contribuer à notre sécurité, en ce qu'elle nous apprend à quelle distance la foudre est éloignée de nous, & conséquemment nous fait connoître si nous sommes en sûreté ou non dans l'endroit d'où nous l'entendons gronder.

§. MMCCXL. Le son se propage toujours avec la même vîtesse, soit qu'il soit fort, soit qu'il soit foible; la différence qui se trouve entre l'un & l'autre, c'est qu'un son fort se fait entendre plus loin qu'un son foible : c'est aux Académiciens de Florence que nous sommes redevables de cette découverte, qu'ils firent en faisant tirer des canons de différente grosseur. *Derham* a encore confirmé cette vérité, en observant que le son, produit par un marteau & par un mousquet, se faisoit entendre dans le même tems à la distance d'un mille. *Cassini* s'accorde aussi avec eux à cet égard (2) : il trouva, par expérience, que le son d'une boîte chargée d'une demi livre de poudre, se propageoit aussi promptement que celui d'un canon, dont la charge étoit de six livres. *De Mairan* assure cependant que les tons qui sont plus graves les uns que les autres, ne se propagent point avec la même vîtesse. Pour confirmer cette proposition, il plaça des Observateurs à des distances différentes, & il fit sonner deux cloches, dont les tons étoient différens, & il assure que celui dont le ton étoit plus aigu se fit entendre plutôt que l'autre : cet habile Observateur ajoute cependant que la différence fut peu sensible (3).

§. MMCCXLI. On observe qu'un même son conserve constamment la même vîtesse pendant tout le tems qu'il se propage; d'où il suit que les vibrations de l'air, ces especes d'ondulations que le son excite dans son sein, se font avec une vîtesse uniforme.

Les Académiciens de Florence furent les premiers qui firent cette observation : ils trouverent qu'il falloit dix demi-secondes pour que le bruit d'une décharge de canons se fit entendre à la distance de 3000 coudées, & que ce bruit se faisoit entendre, en un tems sous-double, à la moitié de cette distance. *Derham* confirma aussi cette vérité, par de nouvelles observations (4), dans le cas où la propagation du son se fait selon une ligne hori-

(1) Smith Harmonics Sect. 11. §. 24. pag. 259.
(2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1738.
(3) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1737.
(4) Philos. Trans. n. 313.

ſontale. *Caſſini* eſt auſſi d'accord en cela (1) ; au moins peut-on aſſurer que la vîteſſe du ſon eſt, à peu de choſes près, uniforme dans toute l'étendue de l'eſpace où il ſe fait entendre. On peut encore confirmer cette vérité, en obſervant qu'on entend toujours le même ſon, ſoit qu'on ſoit placé à une très petite diſtance du corps ſonore, ſoit qu'on en ſoit placé à une très grande diſtance; d'où il ſuit que les vibrations de l'air ſont iſochrones à toutes ſortes de diſtances.

§. MMCCXLII. Mais le ſon ſe propage t-il avec la même vîteſſe de bas en haut que de haut en bas ? Il peut ſe faire que le ſon ait plus de vîteſſe pour ſe porter au haut d'une montagne, que pour deſcendre du haut de cette montagne vers ſon pied, ainſi que *Derham* l'a obſervé. *Caſſini* (2) cependant n'eſt pas d'accord en cela avec *Derham*; & il dit avoir obſervé que les différentes inflexions, ſinuoſités & cavités des lieux plans, n'apportent aucune différence à la vîteſſe avec laquelle le ſon ſe propage : ce que les Phyſiciens Eſpagnols & François ont enſuite obſervé au Pérou (3).

§. MMCCXLIII. Lorſque le vent eſt favorable à la direction du ſon ; il accelere ſa vîteſſe, & il l'accelere d'autant plus, qu'il eſt plus fort ; au contraire, la vîteſſe du ſon eſt retardée par un vent contraire. Néanmoins *Gaſſendi* nous aſſure que l'expérience lui a appris que le vent ne contribuoit en rien à accélerer & à retarder le ſon. Les Académiciens de Florence ont confirmé la même choſe par leurs expériences ; mais le célebre *Derham* ayant obſervé cela avec plus d'attention, a trouvé que lorſque le vent étoit favorable, le bruit du canon employoit 111 demi-ſecondes à ſe faire entendre de Blaekheat à Upminſter ; & que lorſque le vent étoit contraire, ce bruit ne ſe faiſoit entendre, à cette même diſtance, qu'en 122 demi ſecondes. *Caſſini* eſt du même ſentiment que *Derham* (4).

§. MMCCXLIV. Le ſon ſe propage beaucoup plus loin lorſque le vent eſt favorable, que lorſqu'il eſt contraire ; & c'eſt ce qu'on obſerve journellement. Nous entendons habituellement le ſon de certaines cloches qui ſont fort éloignées, & nous ceſſons de les entendre lorſque le vent eſt contraire.

§. MMCCXLV. Si on pointe un canon de façon que ſon exploſion ſe faſſe dans la direction de l'endroit où l'Obſervateur eſt placé, ou dans une direction contraire, ſoit que ce canon ſoit dirigé parallelement à l'horiſon, ou ſous un angle quelconque, de haut en-bas, ou de bas en-haut, pourvu qu'il demeure toujours dans le même endroit, on obſerve que la vîteſſe du ſon demeure conſtamment la même; ainſi que *Derham* l'a obſervé, & que les Eſpagnols & les François qui ont été au Pérou pour y meſurer la terre, l'ont auſſi obſervé.

§. MMCCXLVI. Un ſon plus fort en abſorbe un plus foible, de ſorte qu'on n'entend point ce dernier, ou qu'on ne le diſtingue pas bien. En effet, ſi vous êtes très près d'une groſſe cloche qu'on fait ſonner, celui qui ſera au-

(1) Hiſt. de l'Académ. Roy. ann. 1738 & 1739.
(2) Hiſt. de l'Académ. Roy. ann. 1738 & 1739.
(3) Dom George Juan. Obſervat. Aſtronom. Lib. 6. cap. 1. pag. 119.
(4) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1735.

près de vous ne vous entendra point parler : vous ne diſtinguerez pas mieux ce que votre voiſin vous dira, ſi vous vous trouvez dans un combat au milieu du bruit des timbales & des décharges d'artilleries : il faut cependant obſerver que ſi on produit tout-à la fois dans un petit endroit, différens ſons qui ne ſoient point trop bruyans, ces ſons ne ſe confondront point entr'eux, & l'oreille pourra aiſément les diſtinguer : c'eſt pour cette raiſon que nous diſtinguons aſſez bien les différentes voix d'un concert & les accompagnemens, & que nous pouvons juger aiſément ſi ces ſons ſont harmoniques ou diſſonnans.

§. MMCCXLVII. Comme le ſon, conſidéré dans l'air qui le tranſmet, conſiſte en une eſpece d'ondulation de ce fluide ; il peut ſe faire que ce ſon ſoit réfléchi par le corps ſur lequel il ſe porte, & conſéquemment que ce ſon revienne à l'endroit d'où il eſt parti.

§. MMCCXLVIII. Le ſon qui eſt ainſi reporté, & qu'on peut diſtinguer du premier, eſt appellé l'*image du ſon*, *écho*, ou ſon réciproque.

Suppoſons que le corps ſonore ſoit en A [*Tab.* 58. *fig.* 8.], que l'obſtacle qui s'oppoſe à la propagation du ſon ſoit CD, & que l'Obſervateur ſoit en B, à peu de diſtance du corps ſonore : cet Obſervateur entendra le ſon direct qui ſe propagera ſelon la ligne A B ; mais ce ſon ſe propagera auſſi ſelon la direction A E : il rencontrera en E l'obſtacle qui s'oppoſe à ſa propagation ; il ſe réfléchira donc ſous l'angle B E D, égal à l'angle d'incidence A E C, & conſéquemment il s'en retournera ſelon la ligne E B, de même que s'il partoit directement du point H, en ſuppoſant que $HE = AE$. Si l'eſpace H B étoit très grand, on pourroit diſtinguer aiſément le ſon réfléchi du ſon direct ; mais ſi cet eſpace H B étoit très petit, l'oreille ne diſtingueroit pas aiſément la différence du tems que le ſon emploieroit à parcourir l'eſpace A B & l'eſpace HB, ou $AE + EB$; & conſéquemment elle ne concevroit qu'un ſeul ſon, & elle ne diſtingueroit point l'écho.

§. MMCCIXL. L'eſpace de tems qui ſépare le ſon direct de l'écho, eſt d'autant plus petit, que l'obſtacle qui forme l'écho eſt plus proche du corps ſonore : mais ſi l'obſtacle ſe trouve éloigné de ce corps à la diſtance de 535 pieds, & que l'Obſervateur ſoit très proche du corps ſonore, il y aura une ſeconde d'intervalle entre la perception du ſon direct & celle du ſon réfléchi, & conſéquemment tous les mots que quelqu'un proféreroit pendant ce tems ſeroient rendus par l'écho, lorſque cette perſonne ceſſeroit de parler : mais plus l'obſtacle qui réfléchit le ſon ſera éloigné du corps ſonore, & plus il faudra de tems pour que l'Obſervateur entende la répétition du même ſon ; & conſéquemment cet écho ſera *polyſyllabe*, tandis que cet écho ne ſeroit que *monoſyllabe* s'il étoit très proche du corps ſonore.

§. MMCCL. Comme l'oreille de l'homme ne peut pas bien diſtinguer les ſons qui ſe ſuccedent avec une vîteſſe infinie, & qu'il faut néceſſairement un certain intervalle de tems entre chacuns de ces ſons, pour que l'oreille puiſſe les bien ſaiſir ; il s'enſuit que lorſque le ſon ſera réfléchi à une trop proche diſtance de celui qui l'écoute, il ne pourra point diſtinguer le ſon réfléchi : mais eſt il poſſible de déterminer la plus petite diſtance poſſible entre le corps ſonore & l'obſtacle, pour qu'on puiſſe diſtinguer l'écho ? Les Muſiciens habiles exécutent pour l'ordinaire ſur le violon 9 ou 10 ſons dans

l'espace d'une seconde, lorsqu'ils jouent *Prestissimo* : or on ne pourroit point distinguer les sons s'ils se succédoient plus promptement. D'où il suit qu'une oreille habituée à entendre de la musique, ne peut distinguer l'écho d'un son, que lorsque le son réfléchi ne suit pas plus promptement le son direct, que les sons se succedent dans un morceau de musique : or pour qu'on puisse distinguer ce son réfléchi, il faut que l'obstacle soit éloigné de 53 pieds 6 pouces du corps sonore; car si cet obstacle n'en étoit éloigné que de 50 pieds, je doute fort que le plus habile pût distinguer ces deux sons l'un de l'autre, il n'entendroit alors qu'une espece de cri. Cependant une oreille peu habituée à entendre de la musique, ne peut distinguer le son réfléchi du son direct, que lorsque l'obstacle est à une plus grande distance du corps sonore : c'est pour cette raison que le P. *Mersenne* exige 69 pieds de distance entre l'obstacle & le corps sonore, pour qu'on puisse distinguer un écho *monosyllabe*. *Morton* porte les choses encore plus loin; car il exige 90 pieds de Londres de distance entre l'obstacle & le corps sonore, pour qu'on puisse distinguer un écho *monosyllabe* : il exige 105 pieds de distance pour un écho de deux syllabes : 160 pieds pour un écho de trois syllabes : 182 pieds pour un de quatre syllabes : de 204 pieds pour un écho de cinq syllabes (1).

§. MMCCLI. S'il y avoit des obstacles disposés à différentes distances d'une personne qui parleroit de façon que ceux qui seroient les plus proches seroient plus bas, & les plus éloignés plus hauts, ou qu'il y eût seulement deux obstacles élevés & paralleles entr'eux, qui seroient disposés de façon à réfléchir le son au même endroit, on entendroit alors différentes répétitions de l'écho, qui se succéderoient les unes aux autres; mais comme pour l'ordinaire la voix paroît plus foible lorsqu'elle vient d'un endroit plus éloigné, & qu'elle paroît plus claire lorsqu'elle vient d'un endroit plus proche, la premiere répétition de l'écho seroit très claire; savoir, celle qui viendroit de l'écho le plus voisin, les autres deviendroient de plus basses en plus basses, à proportion que les obstacles seroient plus éloignés : par conséquent si, dans cette supposition, quelqu'un prononçoit l'exclamation *ah*, les échos répéteroient cette syllabe, dont le son s'affoibliroit de plus en plus; ce qui représenteroit assez bien les gémissemens d'un moribond.

Les murs paralleles qui sont fort élevés, répetent aussi plusieurs fois les sons, & produisent des échos redoublés, comme il y en a eu autrefois dans le Château de Simonette, & dont *Kirker*, *Schot*, & *Misson*, nous ont donné la description : il y avoit dans l'un de ces murs une fenêtre, d'où celui qui parloit entendoit ses paroles répétées 40 fois.

§. MMCCLII. Comme le son se propage toujours avec la même vîtesse dans l'espace qu'il parcourt, il faut que les intervalles de tems qui se trouvent entre chaque répétition de ces sortes d'échos, soient égaux entr'eux, ainsi que *de Lanis* & *Derham* l'ont observé.

§. MMCCLIII. Tout ce qui peut réfléchir le son & le reporter vers l'endroit d'où il est parti, doit être regardé comme une cause propre à produire un écho; par conséquent les murailles, les vieux remparts des Villes, les bois épais, les maisons, les montagnes, les rochers, les hauteurs élevées de

(1) Natural. Hist. Northampton. Cap. 5. p. 358.

l'autre côté de la riviere, peuvent produire des échos : il en eſt de même des rocs remplis de cavernes, des nuées, des champs où il croît certaines plantes qui montent fort haut. De-là viennent ces coups terribles de tonnerre, dont les éclats répétés retentiſſent dans l'air. On peut aiſément confirmer cette vérité ; car ſi on tire le canon lorſque le tems eſt ſerein, on n'entend ordinairement alors qu'un ſeul coup ; mais ſi on le tire lorſque le ciel eſt couvert de nuages, le coup ſe fait alors entendre pluſieurs fois.

§. MMCCLIV. On peut auſſi conſerver le ſon en l'empêchant de ſe répandre circulairement à une très grande diſtance : pour y réuſſir, on le fait paſſer par de longs tuyaux, dont les parois le réfléchiſſent; de ſorte qu'il ſe répand comme d'un bout à l'autre ſans ſe diſſiper, & comme en entier : c'eſt pour cela que, ſelon les obſervations de *Kirker*, le ſon ſe répand en entier dans les aqueducs des anciens Romains, quoiqu'ils aient 500 ou 600 pieds de longueur; de ſorte que celui qui parle à l'un des bouts, peut ſe faire entendre clairement & diſtinctement à l'autre extrêmité. Ces ſortes de tuyaux peuvent ſervir, quoique recourbés, à tranſporter le ſon dans tous les endroits où on veut le faire entendre. On peut auſſi raſſembler le ſon, de même que la lumiere dans un très petit eſpace, qui fait alors l'office du foyer d'un miroir. Si on fait la voûte d'une chambre, ovale ou elliptique, & qu'on parle dans un des foyers de cette ellipſe, celui qui prêtera l'oreille dans l'autre foyer, entendra diſtinctement ce qu'on dit, de même que s'il étoit auprès de celui qui parle. C'eſt ſur ce principe qu'on a conſtruit des cornets acouſtiques pour l'uſage des perſonnes qui ont l'ouïe un peu dure : ces cornets ſont compoſés d'un large pavillon A A [*Tab.* 58. *fig.* 9. & 10.], qui ſe termine par un tube B d'un petit diametre, qu'on fait entrer dans l'oreille de celui à qui on parle. Le ſon qui eſt porté dans une large cavité A A, qui va toujours en diminuant, eſt réfléchi pluſieurs fois par les parois de cet inſtrument, & ſe trouve comme condenſé lorſqu'il parvient à l'orifice étroit B : ce ſon condenſé ſort par cet orifice B pour ſe porter dans l'oreille : parvenu dans cette cavité, il y ébranle fortement la membrane du tympan, & procure à celui qui s'en ſert la facilité d'entendre.

On éprouve encore le même avantage en plaçant dans la cavité de l'oreille l'orifice étroit B d'une autre eſpece de cornet contourné en forme de volute, & en préſentant aux ſons qui ſe propagent dans l'atmoſphere la partie évaſée A de cet inſtrument. Les ſourds trouvent, dans ces ſortes d'inſtrumens, les mêmes avantages que les vieillards trouvent dans les lunettes qui leur procurent la facilité de diſtinguer des objets qui ſe déroberoient ſans cela à la foibleſſe de leur vue.

On a ſubſtitué à ces ſortes de cornets d'autres inſtrumens qu'on peut porter commodément, ou qu'on peut placer ſur des tablettes.

§. MMCCLV. On peut auſſi affoiblir le ſon & l'amortir; c'eſt ce qui arrive lorſqu'il eſt porté ſur des corps d'une ſtructure lâche, qui ſont peu élaſtiques, dont la ſurface eſt inégale & raboteuſe, & qui ne ſont point propres à le réfléchir : cela ſe remarque lorſqu'on parle dans une chambre dont la tapiſſerie eſt d'une tiſſure lâche & mollaſſe, ou lorſqu'on prêche devant un très grand auditoire : dans ce dernier cas, le ſon de la voix du Prédicateur

eſt amorti, ſoit par les vuides qui ſe trouvent entre chaque auditeur, ou par les habits contre leſquels il eſt porté.

Je ſuis parvenu à l'amortir de la maniere ſuivante. Je pris un réveil, que je fis ſonner dans l'air, le ſon de cet inſtrument étoit très clair & très diſtinct : je couvris enſuite ce réveil d'un petit récipient de verre : le ſon s'affoiblit alors conſidérablement ; ce qui vient de ce que l'air compris ſous le récipient, & qui eſt mis en vibrations par le ſon du réveil, ne peut point communiquer de ſemblables vibrations aux parois du récipient ; ces dernieres étant plus foibles, en communiquent à proportion de plus foibles à l'air extérieur qui entoure le récipient ; ce qui rend le ſon beaucoup foible. Je couvris enſuite ce premier récipient d'un ſecond plus ample que le premier, & le ſon devint encore plus foible : je couvris après cela ce dernier d'un troiſieme beaucoup plus grand, ce qui procura encore un plus grand déchet à l'énergie du ſon ; mais il ſe faiſoit encore entendre : je ſupprimai enſuite les deux récipiens extérieurs, & je couvris le petit, qui ſubſiſtoit encore, d'une étoffe de laine d'une texture très foible & très lâche. Je plaçai pardeſſus le ſecond récipient, que je couvris de la même étoffe ; enfin je couvris le tout du plus grand récipient, que j'enveloppai encore d'une ſemblable étoffe. Je plaçai tout cet appareil ſur un couſſin fort épais, mais très mou, & alors je n'entendis plus le ſon du réveil ; il fut entierement ſuffoqué & éteint.

§. MMCCLVI. On augmente le ſon à l'aide des porte-voix, & on le porte même beaucoup plus loin que ſi on ne ſe ſervoit point de ces ſortes d'inſtrumens ; le ſon eſt alors augmenté par la vertu élaſtique du porte-voix : car dès qu'une fois il a commencé à frémir par le ſon qui le met en mouvement, ce frémiſſement continue quelque tems ; ce qui fait que le même ſon eſt comme répété ſucceſſivement, & qu'il paroît être produit par pluſieurs perſonnes qui parlent preſqu'en même-tems, & qui diſent la même choſe. Cet inſtrument eſt d'autant meilleur, qu'il eſt fait d'une matiere plus élaſtique, qui peut être plus aiſément miſe en vibrations, & qui peut en former de plus grandes : c'eſt pour cette raiſon que, lorſqu'on voudra ſe procurer un bon porte-voix, il faudra le faire faire de fer mince, bien battu, très élaſtique, ou de cuivre, ou d'argent bien écroui, & qu'il ne faudra point le revêtir extérieurement de cuir, ou de toute autre matiere propre à diminuer ou à affoiblir les vibrations : il n'en eſt pas la même choſe de ceux dont on fait uſage pour parler aux ſourds ; car il eſt néceſſaire que les frémiſſemens de ces ſortes d'inſtrumens s'amortiſſent promptement, afin qu'ils puiſſent entendre très diſtinctement les ſons, ainſi il faut donc avoir ſoin de revêtir ces ſortes de cornets de cuir, ou de toute autre matiere propre à produire cet effet.

§. MMCCLVII. Lorſqu'on fait uſage d'un porte-voix, l'intenſité du ſon en BB [*Tab.* 58. *fig.* 11.], comparée à l'intenſité de ce ſon en FF, eſt comme le diametre de l'inſtrument en BB, eſt au diametre de ce même inſtrument en FF ; & comme le nombre des réflexions qu'il a ſubies en B, eſt au nombre de celles qu'il a éprouvées lorſqu'il eſt parvenu en F. Suppoſons donc que la partie AB d'un porte-voix ſoit telle que le ſon ne ſe ſoit réfléchi qu'une

qu'une fois lorfqu'il eft parvenu en B; fuppofons auffi que la partie AF de ce même inftrument foit telle qu'il fe foit réfléchi 5 fois avant d'arriver en F; favoir, en B, C, D, E, F: cela pofé, voici comment je raifonne: la force du fon qui ébranle & qui fait frémir les parois de cet inftrument, eft la même en B qu'en F; mais le nombre des parties qui conftituent la périphérie du cercle en B, eft au nombre de celles qui conftituent le périmetre du cercle F, comme le diametre BB eft au diametre FF; par conféquent l'intenfité des forces avec lefquelles chacune des parties métalliques qui conftituent les périphéries de ces cercles, fera en raifon réciproque de ces périphéries, ou comme les diametres FF, BB. Or ces parties métalliques ébranlent l'air compris dans ces périphéries, & lui communiquent le mouvement vibratoire qui les anime, & la maffe d'air que ces différens périmetres renferment eft comme le quarré du diametre de ces périmetres; par conféquent la maffe d'air qui eft mife en mouvement en B, eft à celle qui eft ébranlée en F, comme $\overline{BB}^{q} : \overline{FF}^{q}$; par conféquent l'intenfité du fon confidéré dans la longueur AB du porte-voix, eft à l'intenfité de ce même fon confidéré dans la longueur AF du même porte-voix, $:: \overline{BB}^{q} : \overline{FF}^{q}$, & outre cela en raifon inverfe du diametre B au diametre F, où l'intenfité du fon confidérée en AB, & comparée à l'intenfité de ce même fon confidéré en AF, eft en raifon de $FF \times \overline{BB}^{q} : BB \times \overline{FF}^{q}$; & en divifant la derniere raifon par $BB \times FF :: BB : FF$.

Mais l'intenfité du fon augmente à proportion des différentes réflexions que les parois du tube lui font fubir, par rapport aux vibrations continuées qui s'interrompent en très peu de tems. Suppofons, par exemple, que le nombre de réflexions du fon en B $= m$, ce nombre en F deviendra, dans cette hypothefe, $= 5\,n$; par conféquent toute l'intenfité du fon en B, comparée à celle dont il jouira en F, fera dans le rapport de $n \times BB : 5\,n \times FF$.

§. MMCCLVIII. Plus le porte-voix fera long, plus le nombre des réflexions deviendra grand, & plus le fon augmentera, & conféquemment il pourra fe porter à une plus grande diftance; ce qui a été déja confirmé par expérience. Un homme qui parle dans un porte-voix de 4 pieds de longueur peut fe faire entendre à la diftance de 500 pas géométriques; fi ce même homme parle de la même maniere dans un porte-voix de 16 $\frac{2}{3}$ pieds, il fe fera entendre à la diftance de 1800 pas géométriques, & il fe fera entendre au-delà de 2500 pas géométriques, s'il fe fert d'un porte-voix de 24 pieds de longueur.

§. MMCCLIX. L'intenfité du fon augmente auffi à proportion qu'on donne plus d'étendue au pavillon de cet inftrument: on peut vérifier cela. Si on prend un tube de fer ordinaire & cylindrique, de même longueur qu'un porte-voix, à peine augmentera-t-on l'intenfité du fon en parlant dans ce tube, & on ne parviendra à le porter qu'à une très petite diftance, au lieu que fon intenfité augmentera confidérablement lorfqu'on fera ufage du porte-voix de même longueur, & on parviendra à fe faire entendre fort loin.

On ne doit donc pas être ſurpris de ce que le ſon augmente conſidérablement lorſqu'on joue d'une longue trompette; puiſque ſon pavillon eſt très grand.

§. MMCCLX. Comme il ſe paſſe un eſpace de tems aſſez conſidérable entre le premier frémiſſement excité dans un porte-voix, & tous les frémiſſemens ſucceſſifs, produits par les différentes réflexions du ſon dans toute la longueur de cet inſtrument, l'oreille entend ſucceſſivement tous ces frémiſſemens; ce qui produit un ſon continué: or la continuité de ce ſon forme une eſpece d'éclat qui empêche de bien diſtinguer les ſons qui ſe ſuccedent trop rapidement; ce qui fait qu'on ne pourroit point entendre & diſtinguer une ſuite de paroles qu'on prononceroit trop promptement dans un porte-voix, elles ſe confondroient les unes avec les autres: par conſéquent ſi on veut ſe faire entendre à une grande diſtance à l'aide d'un porte-voix, il faut avoir ſoin de bien articuler & de prononcer lentement chaques ſyllabes les unes après les autres.

§. MMCCLXI. On démontre aiſément que l'élaſticité du métal concourt en grande partie à augmenter le ſon; car ſi on fait un porte-voix de cuivre ou d'argent, & ſi, lorſqu'on veut ſouder les parties de cet inſtrument, on laiſſe rougir le métal, & qu'on l'amolliſſe, à peine s'appercevra-t-on que la voix de celui qui en fera uſage ſoit augmentée en parcourant la longueur de cet inſtrument. Auſſi les Ouvriers qui ſont habiles en ce genre d'ouvrage, ont-ils grand ſoin de bien rétreindre le métal qu'ils emploient; ce qui le rend plus mince, plus denſe & plus élaſtique, & le ſon qu'il rend enſuite en eſt beaucoup plus augmenté: il faut avoir la même attention pour les trompettes & pour les cors-de-chaſſe.

§. MMCCLXII. On conçoit par tout ce que nous venons de dire, que le ſon de la voix de celui qui parle dans un tel inſtrument, eſt beaucoup plus foible que celui qui ſort de cet inſtrument, & que la proportion qui ſe trouve entre ces deux ſons, eſt ſemblable à celle qui ſe trouve entre l'ouverture de la bouche & celle du porte-voix par laquelle le ſon s'échappe & ſe porte au-dehors, multipliée par le nombre de réflexions que les parois de cet inſtrument font éprouver au ſon qui parcourt ſa longueur.

§. MMCCLXIII. Peut-être que ſi les parties métalliques qui compoſent le cercle F F [*Tab.* 58. *fig.* 11.] étoient dans un degré de tenſion harmonique avec les autres parties qui compoſent les autres cercles en D, E, C, B, peut-être, dis-je, que le ſon qui s'échappe en F F, auroit toute l'intenſité qu'il pourroit avoir, & ſeroit en même-tems très diſtinct & très agréable à l'oreille: au contraire, ſi les parties de cet inſtrument, dont nous venons de parler, ne ſont point harmoniques entr'elles, l'intenſité du ſon n'en ſera point ſi conſidérablement augmentée, & il ſera moins agréable à l'oreille. Ce qu'il y a de conſtant & de conforme à l'expérience, c'eſt que le ſon ſera d'autant plus grave, que le diametre du cercle F F ſera plus grand.

§. MMCCLXIV. On dit qu'*Alexandre* avoit un ſemblable porte-voix, à l'aide duquel il raſſembloit ſon armée, quelque grande & quelque diſperſée qu'elle pût être, & lui donnoit ſes ordres, comme s'il étoit en préſence de chaque ſoldat, & qu'il parlât à chacun d'eux en particulier. *Kirker* nous a donné la deſcription de ce porte-voix, & en a fait faire un ſur

ce modele (1). Après lui le P. *Salar* (2) en fit faire un semblable en 1654, de 5 pieds ½ de longueur, & dont il se servoit pour chanter au chœur. Mais depuis que le Chevalier *Morland* (3) se fut appliqué à perfectionner ces instrumens, ils commencerent à être bien connus; & cette époque doit être placée après l'année 1671. Le Chevalier *Morland* excita les autres Savans à chercher quelle étoit la meilleure figure qu'on pût leur donner. Ce fut à cette occasion que *Cassegrain* (4) y travailla, de même que *Conjers*, *Purshal*, *Hases* (5), & d'autres. *Cassegrain* voulut que l'axe A G [*F*. 11.] de cet instrument fut considéré comme l'asymptote d'une hyperbole, & que la courbe B C D E F fût une hyperbole. *Martin* (6) fut de l'avis de *Cassegrain*; mais le succès ne répondit point à l'idée de ces grands hommes, ainsi que j'en juge par l'expérience. Il est probable que la meilleure forme qu'on puisse donner à cet instrument, est celle qui est propre à réfléchir le son un plus grand nombre de fois, avant qu'il puisse s'en échapper en ligne droite, & qu'il faut employer pour cela un métal mince & très élastique, ayant soin néanmoins d'observer que la multiplicité des réflexions ne nuisent point à ce que le son soit distinct : si on donne une figure parabolique à cet instrument, le son ne pourra être réfléchi qu'une seule fois, & il sera très distinct; mais son intensité n'en sera que très peu augmentée, tandis qu'elle le seroit beaucoup s'il se réfléchissoit plusieurs fois avant de sortir par le pavillon de l'instrument, ainsi qu'il arrive lorsqu'on lui donne beaucoup de longueur.

§. MMCCLXV Après avoir considéré le son, & dans le corps sonore, & dans l'air qui le transmet, on peut expliquer aisément différens phénomenes qui dépendent de ces deux choses.

Supposons, par exemple, deux cordes tendues sur un seul instrument de musique, ou sur deux mais qui soient peu éloignés l'un de l'autre, & que ces cordes soient montées à l'unisson : aussi-tôt que l'une de ces deux cordes sera pincée, & qu'elle rendra un son, l'autre résonnera aussi, & on pourra s'assurer de ce fait en plaçant un corps léger sur cette derniere; car on remarquera alors que les vibrations de cette corde lui communiqueront de petits tremoussemens. En effet, comme le frémissement de la corde qu'on pince, excite des ondes dans l'air qui l'avoisine, & que ces ondes vont frapper l'autre corde; elles produisent dans cette derniere de semblables vibrations, puisqu'étant tendues de la même maniere, elle peut recevoir les mêmes frémissemens. Il n'en seroit point ainsi si les deux cordes étoient fort éloignées l'une de l'autre; parceque les vibrations de l'air, venant à s'affoiblir à proportion qu'elles s'éloignent du corps qui les produit, ne seroient point alors assez fortes pour ébranler la seconde corde : elle demeureroit donc en repos, & elle ne sonneroit point.

§. MMCCLXVI. Si on monte deux cordes sur un seul instrument de musique, ou sur deux, & que ces cordes soient à l'octave l'une de l'autre, lorf-

(1) Kirkeri Ars magna lucis & umbræ. Lib. 7. part. 1. cap. 7.
(2) Journ. des Sav. ann. 1672, p. 125.
(3) Account of the speaking Trumpet. Journ. des Sav. ann. 1672.
(4) Journ. des Sav. ann. 1672, p. 131.
(5) Tracta. de Tuba Stenterophonica.
(6) Martin Philos. Britann. Vol. 2. p. 115.

qu'on pincera celle qui doit donner l'octave aiguë de l'autre, cette derniere résonnera aussi : on remarquera au milieu de sa longueur une espece de nœud immobile, de même que s'il y avoit un chevalet placé sous ce point, & on remarquera que toutes les autres parties de cette corde frémiront des deux côtés ; & comme le point immobile divise cette corde en deux également, chaque côté de la corde sera à l'unisson avec la corde pincée : on observera pareillement différens nœuds ou points immobiles, situés en différentes parties des cordes qui seroient montées à différentes octaves, & qui feront que les différentes aliquotes de ces cordes donneront toutes l'unisson, lorsqu'on pincera celle qui est à l'octave la plus aiguë. Si on prend donc 5 cordes, A, B, C, D, E, & qu'on les tende de maniere que la corde B soit montée à la douzieme au-dessus de A, C à la dix-septieme majeure au-dessus de A, D à la douzieme au dessous de A, & E à la dix-septieme majeure au-dessous de A ; si on pince alors la corde A, on remarquera que les 4 autres cordes résonneront sans qu'on les touche : on remarquera aussi deux nœuds sur la corde D, & 4 sur la corde E.

Tous ces phénomenes sont autant de loix de la Nature, & nous observons par-là tous les sons harmoniques quelconques, & ils flattent tous agréablement l'oreille de l'homme. Le P. *Mersenne* nous apprend que les cordes de luth, de violons, & de tout autre instrument, peuvent, ainsi que la voix humaine, former tous les sons dont nous venons de parler (1). On remarque dans tous les corps, qu'il y a des endroits qu'on ne peut toucher, tandis qu'on les frappe en d'autres endroits, sans qu'ils ne rendent des sons clairs & distincts, & qu'au contraire ces sons seroient confus si on les touchoit en d'autres endroits. Le célebre *Bernouilli* a traité fort au long cette matiere (2). On peut sur tout faire cette remarque avec des parallélipipedes de métal, travaillés harmoniquement, & dont le son ressemble à celui des cloches.

§. MMCCLXVIII. On comprend aussi par ce que nous venons de dire, 1°. pourquoi nous sentons dans notre corps, dans nos membres, & même dans nos os, un certain frémissement lorsque certains corps résonnent ? On conçoit aussi pour quelle raison nous voyons trembler les carreaux de vitres, les verres à boire, & même les maisons, ainsi que les corps qui s'y trouvent ? Il faut que ces phénomenes se remarquent, & que tous les corps qui se trouvent à l'unisson, ou à l'octave, ou à la quinte, ou à la tierce aiguë du corps qui résonne, résonnent en même-tems, comme nous l'avons observé par rapport aux cordes d'instrumens qui sont dans de tels rapports.

2°. Pourquoi n'y a-t-il point de son dans le vuide? Il est facile de rendre raison de ce phénomene. En effet, quoiqu'une cloche, par exemple, suspendue librement sous un récipient vuide d'air, soit mise en vibration par le marteau qui la frappe, elle ne peut point communiquer ses vibrations, ni à l'air, ni à aucun autre corps qui l'environne ; puisque le récipient est supposé vuide : par conséquent les parois de ce récipient n'étant point mises en vibrations, ne pourront point en communiquer à l'air extérieur qui les en-

(1) Mersenni Harmonic. Lib. 4. Prop. 21. p. 60. & prop. 27. p. 65.
(2) Comment. Petrop. Tom. 13. p. 192.

vironne, & il ne ſe tranſmettra aucun ſon au-dehors qui puiſſe ſe propager jusqu'à notre organe.

3°. Si cette expérience n'eſt point faite avec aſſez d'exactitude (quoiqu'on ait évacué exactement le récipient), on pourra encore entendre du ſon ; il ſuffit pour cela que la cloche puiſſe communiquer ſes vibrations, ſoit au récipient, ſoit à la platine de la machine pneumatique ; car alors les vibrations communiquées à ces ſortes de corps, ſe tranſmettront à l'air extérieur qui occaſionnera le même ébranlement dans notre organe.

4°. Le ſon ne s'affoiblit-il pas dans un air raréfié, parceque ſon reſſort eſt moins bandé, & que les vibrations qu'il communique aux parois du récipient, étant plus foibles, ces dernieres ne peuvent ébranler que foiblement la maſſe d'air extérieur qui les enveloppe ? Conſéquemment l'intenſité du ſon doit augmenter dans un air plus condenſé. Or c'eſt ce que l'expérience ſemble indiquer ; car on remarque que, ſi on fait ſonner une cloche ſous un récipient dans lequel on a fortement condenſé l'air ; on remarque, dis-je, que ce ſon ſe fait entendre plus loin que lorſque le ſon de cette cloche s'exécutoit ſous un récipient dont l'air étoit plus rare. En effet, l'air étant plus condenſé, il y a un plus grand nombre de molécules d'air, qui heurtent toutes-à-la-fois, & plus fortement, les parois du récipient : d'ailleurs l'air étant plus denſe, ſon reſſort eſt plus tendu ; & l'augmentation ſeule du reſſort ſuffit pour produire cet effet : car ſi, ſans condenſer la maſſe d'air compriſe ſous un récipient, on ſe contente d'augmenter ſon reſſort par le moyen du feu, on remarquera que les molécules de cet air mis en vibrations, frapperont plus fortement les parois du vaſe ; & que, ſi on fait ſonner une cloche ſous ce récipient, le ſon qu'elle produira au-dehors ſera plus diſtinct, & ſe fera entendre plus loin. Le haſard nous fournit une très belle obſervation faite ſur cette matiere par un homme qui ſe trouva renfermé dans un air plus condenſé. Un vaiſſeau ayant fait naufrage en pleine mer, on deſcendit à cet endroit un homme ſous la cloche du plongeur, afin qu'il pût recueillir l'argent qui étoit coulé à fond : cet homme emporta avec lui un cor-de-chaſſe, pour donner un ſignal convenu à ceux qui conduiſoient la machine : la cloche ſous laquelle il étoit renfermé, étant deſcendue à une certaine profondeur, l'eau s'éleva à quelque hauteur ſous cette cloche, & y comprima la maſſe d'air qui y étoit renfermée ; de ſorte que cet homme voulant donner du cors, fut ſi frappé du bruit qu'il entendit, qu'il perdit la tête, & abandonna le cor-de-chaſſe qu'il tenoit (1). Ne peut-on pas dire que l'intenſité du ſon eſt en raiſon doublée du reſſort & de la denſité de l'air, & conſéquemment que le ſon formé par le cor-de-chaſſe pouvoit produire un effet auſſi ſurprenant ſur l'organe de l'homme dont nous venons de parler ?

5°. L'air eſt-il le ſeul fluide propre à propager le ſon, ou d'autres fluides ſont-ils également propres à cet effet. Si on s'en rapporte à des expériences faites avec toute l'attention poſſible, on ſera convaincu que le ſon ſe tranſmet de l'air dans l'eau, & de ce dernier fluide dans l'air ; & de plus, qu'on parvient à produire & à entendre du ſon dans l'eau.

L'Abbé *Nollet* a éprouvé que le ſon produit dans l'air pouvoit ſe tranſme-

(1) Journ. des Sav. ann. 1678, p. 147.

tre & se faire entendre sous l'eau: il se plongea pour cela à différentes profondeurs dans une eau tranquille, & il entendit distinctement les différens sons qu'on excita dans l'air, il y entendit même les différentes articulations d'une voix humaine: à la vérité ces sons lui parurent affoiblis; mais soit qu'il ne se plongeât qu'à la profondeur de 3 pouces, soit qu'il se plongeât à 3 pieds de profondeur sous l'eau, il ne put point appercevoir de différence dans la foiblesse du son (1). Des vaisseaux ayant fait naufrage au port de Capdaques, des plongeurs qu'on fit descendre à cet endroit sous une cloche pour y recueillir l'argent qu'ils pourroient trouver, assurerent que lorsqu'ils étoient au fond de la mer, ils avoient entendu, quoique confusément, la voix de ceux qui parloient en plein air au-dessus de la surface de l'eau (2). M. *Arderon* a fait plusieurs expériences semblables, dont les résultats s'accordent avec ceux que nous venons d'indiquer (3). Il fit plonger trois hommes à la profondeur de deux pieds; il se tint sur le rivage, & il leur parla d'une voix très haute: ces trois hommes élevant la tête au-dessus de l'eau, répéterent ce que M. *Arderon* avoit dit, assurant néanmoins qu'il leur avoit parlé à voix basse; ils se replongerent ensuite à la profondeur de 12 pieds: on fit une décharge de canon en plein air; ils l'entendirent, mais il leur parut désagréable.

Voici maintenant une preuve convaincante que le son peut se transmettre de l'eau dans l'air. Un jeune homme s'étant placé sous l'eau, cria à haute voix, on entendit le son de sa voix sur le bord du rivage opposé. Ce son néanmois parut désagréable. On lança dans l'eau un globe de fer rempli de poudre à canon, après avoir mis le feu à la méche; l'explosion de ce globe ne se fit qu'au fond de l'eau: elle produisit un son très grave, qui se fit entendre dans l'air. J'ai fait moi-même plusieurs fois cette remarque, lorsqu'on lançoit dans l'eau des grenades, dont l'explosion ne se faisoit qu'au fond de l'eau. L'Abbé *Nollet* ayant établi un réveil sous un récipient de verre, plongea ce récipient dans de l'eau ordinaire; il le plongea ensuite dans de l'eau qu'il avoit purgé d'air, & il entendit le son du réveil dans ces deux cas, sans pouvoir remarquer de différence entre les sons qui étoient produits dans ces deux différentes eaux (4). J'ai répété moi-même cette expérience: j'ai placé un réveil sous un récipient de verre que j'ai plongé dans l'eau à différentes profondeurs, ayant eu le soin auparavant d'envelopper d'étoffes de laine le vase qui contenoit l'eau, & de le placer sur un coussin très mou; parceque je soupçonnois que les parois de ce vase pourroient bien être ébranlées par les vibrations de l'eau, & qu'il pourroit se faire que le son qui se produiroit au-dehors viendroit des vibrations que les parois de ce vase pourroient communiquer à l'air ambiant: or malgré toutes ces précautions, j'ai toujours entendu le son dans l'air: j'ai remarqué que chaque coup de marteau sur le timbre, excitoit des ondes sur la surface de l'eau. On peut aisément répéter cette expérience en suspendant une cloche à une corde, en la descendant ensuite dans l'eau, & en la frappant avec un marteau: or chaque fois qu'on frappera cette cloche, on entendra le son se transmettre de l'eau dans

(1) Nollet, Leçons Physiq. T. 3. p. 417. (2) Journ. des Sav. ann. 1678, pag. 147. (3) Philos. Transf. n. 486. (4) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1743.

l'air ; ce qui prouve manifestement que le son se propage de l'eau dans l'air.

Enfin on parvient à produire & à entendre du son, lorsqu'on frappe quelques corps sonores dans l'eau. Le célebre Abbé *Nollet* ayant plongé la tête dans l'eau, & ayant heurté différens corps les uns contre les autres, entendit les différens sons qu'ils produisirent : lorsqu'il frappoit deux pierres ou deux clous l'un contre l'autre, il entendoit un son tout-à-fait désagréable. *Arderon* fit plonger dans l'eau un jeune homme qui tenoit une sonnette à la main, & ce jeune homme remarqua qu'à quelque profondeur qu'il la fît sonner, il en entendoit le son.

Il y a encore quantité d'autres fluides qui permettent au son de sortir de leur sein pour se transmettre dans l'air : voici ce que l'expérience m'a appris à ce sujet. Je renfermai un réveil sous un récipient de verre que j'avois fermé avec une lame de plomb, afin qu'aucun liquide ne pût entrer dans le récipient, & y déranger le réveil, ou le mouiller. Je plaçai cet apareil dans un grand vase, que je remplis successivement avec du lait, de l'esprit de vin, de la saumure, de l'huile de raves. J'entourai ce vase avec une étoffe de laine, pour éteindre les vibrations qu'il pourroit recevoir ; je le plaçai aussi, pour la même raison, sur un gros coussin fort mou : mais malgré ces précautions, des auditeurs qui étoient placés à une grande distance de cet appareil, entendirent encore le son du réveil. Je renfermai après cela ce même réveil avec des fleurs de biere, sous un récipient de verre, d'où je retirai l'air : deux heures s'étant écoulées, ces fleurs pousserent au-dehors des exhalaisons humides, élastiques & sonores.

6°. Doit-on croire que les poissons qui nagent dans l'eau aient la faculté de distinguer les sons ? *Aristote* le pense ainsi, & fonde cette idée sur plusieurs observations (1). *Pline* est de ce sentiment, & assure même qu'il y avoit certains poissons dans les viviers de *César* qui venoient lorsqu'on les appelloit par leur nom (2). *Ciceron* (3), *Martial* (4), *Lucien*, en parlant de la Déesse *Syra*, *Rondelet*, sur les poissons (5), ont assuré la même chose ; & on observe ce même phénomene par rapport aux truites, aux glanis (*espece de poisson qui, selon Pline, ne se prend point à l'hameçon*), aux carpes ; de sorte qu'on ne peut point révoquer en doute la vérité de ce fait, lorsqu'il s'agit des poissons dont nous venons de parler. Mais il y a encore plusieurs especes de poissons sur lesquels on n'a point fait d'observations relatives à cet objet : d'où il suit que le petit nombre d'observations faites à cet égard, ne suffit point pour qu'on puisse en tirer une conclusion générale, de même qu'on ne peut point assurer que tous les poissons voient, quoiqu'il y en ait plusieurs qui soient doués de cette faculté. Mais les poissons ont-ils des oreilles ? *Casserius* est de cet avis. *Swammerdam* en a trouvé aux grenouilles (6). Dans ces dernieres, ainsi que dans les crapauds, les oreilles sont revêtues d'une membrane & d'une espece de cartilage rond qui paroît les cou-

(1) Aristoteles Histor. Animal. Lib. 4. cap. 8.
(2) Hist. Nat. Lib. 10. cap. 70.
(3) In Epist. ad Atticum. Lib. 2. Epist. 1.
(6) Lib. 4. Epist. 30.
(5) Lib. 7. cap. 14. Lib. 4. cap. 9.
(6) Swammerdam Bibl. Nat. Tom. 2. in Dissertat. de Ranis.

vrir : on peut même obſerver combien differe peu la couleur de la peau qui couvre ces parties, de la couleur de celle qui couvre toute la tête. Le même *Swammerdam* aſſure que les poiſſons ſont munis d'un organe ſemblable, & que la conſtruction de leur labyrinthe a quelque choſe d'admirable (1). *Charleton*, qui nous a donné l'anatomie de la grenouille, a remarqué dans cet animal deux nerfs auditifs, & deux oſſelets qui appartiennent à l'organe de l'ouïe : ces oſſelets reſſemblent aſſez, ſuivant lui, aux pieds de la taupe, & à ceux qu'on trouve dans les merluches (2). Mais le célebre *Klein* a examiné cet organe dans les poiſſons avec beaucoup plus de ſoin, & il nous en a donné la deſcription (3). Il s'eſt ſur-tout attaché aux oreilles des cetacées, des cartilagineux, & des épineux. On remarque dans ces derniers trois paires d'oſſelets ; les plus grands ſe trouvent aiſément, & ſont aſſez ſenſibles : les deux autres paires ſont plus petites ; elles ſont renfermées dans des membranes ſéparées, & on remarque ſur la tête de ces ſortes de poiſſons quelques petits trous qui conduiſent directement à ces oſſelets. Dans le veau marin, ces trous ſont placés à deux pouces de diſtance des angles des yeux, & ils ne préſentent qu'une très petite ouverture : or comme il y a pluſieurs poiſſons dans qui on a découvert des oreilles, & que d'ailleurs il eſt démontré que le ſon paſſe de l'air dans l'eau, & que même il ſe produit dans ce dernier fluide, il n'eſt pas ſurprenant qu'il y ait pluſieurs poiſſons qui ſoient doués de la faculté d'entendre; mais il eſt de la prudence de les connoître tous en particulier avant de pouvoir établir cette propoſition générale, *que tous les poiſſons ont la faculté d'entendre.*

7°. Pour quelle raiſon le vent qu'on pouſſe dans une flûte produit-il du ſon, & pourquoi les ſons qu'elle rend different-ils entr'eux, ſuivant qu'on ouvre ou qu'on ferme les différens trous qui ſont percés ſur le corps de cet inſtrument ? La ſtructure des flûtes nous offre quantité de différences à examiner : les unes ſont munies de hanches, ainſi qu'on le remarque dans les hautbois : or lorſqu'on pince cette hanche avec les levres, & qu'on ſouffle entre ſes levres, on les ébranle, & on leur communique des vibrations ; & par ce moyen on procure les mêmes vibrations à la maſſe d'air qui eſt dans le corps de la flûte. Lorſqu'on bouche tous les trous, on communique cet ébranlement à toute la maſſe d'air qui remplit le corps de cette flûte ; par conſéquent ſi on modere le ſouffle, & qu'on le pouſſe foiblement, les vibrations qu'on procure à la hanche ſont alors très lentes ; elles ne peuvent exciter que de foibles ondulations dans la maſſe d'air qu'elles doivent ébranler, ſur tout ſi cette maſſe eſt conſidérable, & conſéquemment on ne peut produire alors qu'un ſon très grave ; mais ſi on ouvre le dernier trou de cet inſtrument, la maſſe d'air qui reſtera à mouvoir, ſera moins conſidérable ; car le corps de la flûte deviendra plus court à proportion : & ſi on vient à pouſſer l'air avec un peu plus de force, les vibrations de la colonne d'air en deviendront plus promptes, & on produira un ſon plus aigu, & le ſon augmentera à proportion qu'on débouchera les trous qui ſont au deſſus & qui ſont proches de l'embouchure ; mais il ne faut pas oublier que ces ſons dépendent auſſi

(1) Biblia Nat. Tom. 1. p. 111. (2) Charleton Onomaſtic Zoicon. (3) In Miſſo primo Hiſt. Nat. piſcium.

de la force, ou de la foibleſſe avec laquelle on pouſſe le vent.

Il y a outre cela des flûtes qui ne ſont point munies de hanches; telles ſont les flûtes qu'on appelle *douces*, & celles qu'on nomme traverſieres. On remarque au bec d'une flûte douce une petite fente d'une grandeur fixe & déterminée. Lorſqu'on ſouffle par cette ouverture, l'air vient frapper la languette qui ſe trouve placée derriere le bec : cet air eſt diviſé par le tranchant de cette languette, & s'échappe en partie par cette ouverture, tandis que l'autre partie du même air paſſe dans le corps de la flûte : cette languette eſt miſe en vibrations qu'elle communique à l'air qui eſt dans le corps de la flûte; & lorſque cet air ne peut s'échapper que par l'ouverture inférieure de cet inſtrument, & que tous les trous ſont bouchés, les vibrations de cet air ſont très lentes; mais elles deviennent très promptes lorſqu'on ouvre le trou d'en-haut. La différence des ſons dépend ſur-tout de l'embouchure dans la flûte traverſiere; car cette ouverture devient tantôt plus grande, tantôt plus petite, ſuivant qu'on la tourne plus ou moins vers les levres : cette différence dépend encore de la force ou de la foibleſſe avec laquelle on pouſſe le vent.

Il nous reſte encore bien des choſes à dire ſur la théorie du ſon : ceux qui ſeront curieux de s'en inſtruire, pourront conſulter le P. *Merſenne, in Harmonica*, *Kirker in Muſurgia*, *Euler in Tentamina Muſicæ*, *Smith Harmonics*, & quantité d'autres excellens Auteurs qui ont écrit ſur cette matiere.

§. MMCCLXVIII. Nous allons examiner maintenant par quelle ingénieuſe méchanique l'homme peut entrer en commerce avec les ſons qui ſont produits dans l'air, ce que nous ne pouvons concevoir que par une deſcription exacte de l'oreille, de même que nous avons donné la deſcription de l'œil pour expliquer de quelle maniere la viſion s'opere. C'eſt pour traiter cette matiere comme il convient, que j'ai fait graver ici la figure de l'oreille, d'après le célebre *Valſalva*; figure qui a cet avantage qu'elle nous offre au premier coup d'œil toutes les parties de cet organe, & la connexion qu'elles ont entr'elles. Je dois à *Duverney*, ainſi qu'au célebre *Albin*, dont on ne peut trop vanter la dextérité, la deſcription que je vais donner.

L'homme eſt pourvu de deux oreilles, placées latéralement ſur les os des tempes, de façon que tout ſon quelconque qui parvient juſqu'à ſa tête, doit néceſſairement entrer & frapper l'une ou l'autre, ou même ſes deux oreilles. Cet organe n'eſt pas conſtruit de la même maniere dans les animaux : on remarque dans le lézard quelque choſe qui indique des oreilles extérieures; mais il y a quantité d'autres animaux qui n'ont point d'oreilles externes; tels ſont les grenouilles, les crapauds & les poiſſons.

§. MMCCLXIX. L'oreille externe eſt mince, cartilagineuſe & élaſtique, afin qu'elle puiſſe recevoir aiſément l'impreſſion des ondulations de l'air, & en être ébranlée; elle eſt revêtue de membranes, dont l'uſage eſt d'empêcher que le même ſon ne ſoit, ni de longue durée, ni trop éclatant : on remarque à ſa ſurface extérieure de petites éminences & de petites cavités, diſpoſées d'une maniere fort ſinguliere, pour ramaſſer le ſon, le réfléchir & le conduire dans la conque, & conſéquemment pour empêcher que ce ſon ne s'échappe avant d'affecter l'organe qu'il doit ébranler. L'oreille externe eſt

outtre cela munie de plusieurs muscles internes & externes (1), à l'aide desquels elle peut être tendue, dilatée & applattie de façon qu'elle se trouve en état de recevoir toutes sortes de tremoussemens & de sons, ou qu'elle peut en écarter quelques uns, & qu'elle a la faculté de former avec eux des vibrations harmoniques.

§. MMCCLXX. Le conduit auditif prend son origine au fond de la conque, sous l'éminence cartilagineuse, connue sous le nom de *tragus*, ou *hircus* C [*Tab.* 59. *fig.* 1.]: ce conduit est de figure ovale, & sa capacité antérieure est de 5 $\frac{1}{15}$ lignes d'un pouce quarré, de sorte que sa capacité, comparée à celle de l'oreille, est dans le rapport de 1 : 50; par conséquent le son qui vient frapper l'oreille, qui doit être porté dans le canal auditif, doit être 50 fois plus fort que s'il pénétroit ce canal sans y être déterminé par l'oreille. Le conduit auditif D E est en partie osseux, en partie cartilagineux; il a 9 lignes de longueur, 4 de hauteur, & 3 de largeur, & forme en serpentant une ellipse cylindrique : sa partie D F monte un peu; F E va en descendant, remonte ensuite tant soit peu, & se termine enfin à la membrane du tambour.

Cette membrane est posée obliquement sur le conduit auditif, formant en-haut un angle obtus, & un angle aigu vers le bas; disposition favorable pour empêcher que le son ne tombe directement ou perpendiculairement sur la membrane du tambour, qui est très mince, & qui pourroit être offensée, ou même déchirée, par des sons dont l'intensité seroit trop grande; de sorte que, par cette disposition, elle est à l'abri de cet inconvénient, & elle peut se conserver très long-tems. L'usage de cette membrane est de garantir les parties intérieures, qui sont extrêmement délicates, des impressions de l'air qui pourroient les corrompre, & d'empêcher en même-tems qu'elles ne se dessechent, ainsi qu'il a coutume d'arriver lorsqu'elle est rompue dans quelques-unes de ses parties, ou qu'elle est tombée en suppuration : on remarque cependant que la solution de cette membrane, ou même sa destruction, n'occasionne point sur-le champ la surdité dans les animaux; & c'est de l'expérience que nous tenons ce fait (2). Cette membrane est composée de 4 lames; la premiere & la seconde doivent leur origine à la cuticule & à la peau qui tapisse le canal auditif externe : la troisieme vient du périoste; la quatrieme est la même que celle qui tapisse la cavité du tambour, ainsi que *Winslow* l'a observé.

§. MMCCLXXI La membrane du tambour est par-tout adhérente au bord de la partie osseuse du conduit auditif, & n'est percée d'aucun trou (3). *Rivinus* assure néanmoins le contraire; elle est concave du côté de l'oreille externe, & convexe dans le sens opposé : c'est sur cette membrane que repose le manche h d'un osselet, auquel on donne le nom de *marteau* : cet osselet s'avance quelquefois presque jusqu'au milieu de cette membrane, à laquelle il est adhérent. Le marteau s'articule avec un autre osselet, qu'on

(1) Albini Hist. Muscul. Lib. 3. cap. 2. 3. 4. 26. 27. 28. 29. 30.
(2) Willis de Anima brutor. cap. 14.
(3) Cassebohm de Aure Tract. 3. p. 33. Heister in Comp. Anatom. Not. 60.

appelle l'*enclume* k, & l'enclume avec un petit os *orbiculaire* ou *lenticulaire* i, lequel eſt ſuivi de l'*étrier* n, avec lequel il s'articule auſſi. *Albin* (1), *Cowper* (2) & *Caſſebohm*, ont décrit, avec toute l'exactitude poſſible, ces 4 oſſelets, qu'ils ont examinés, & dans le fœtus, & dans l'adulte. Ces oſſelets ſont revêtus extérieurement d'un périoſte. Le marteau a trois muſcles qui ſervent à tendre & à relâcher la membrane du tambour, à la rendre plus convexe ou plus plane, & conſéquemment à la rendre propre à trémouſſer de la même maniere que le ſon qui tombe deſſus & qui l'ébranle. Pareillement l'articulation qui unit entr'eux les oſſelets, leur donne la facilité de ſe mouvoir, de tendre, ou de relâcher, par leur mouvement, la membrane qui ferme la fenêtre ovale, ſur laquelle la baſe de l'étrier s'appuie. Le célebre *Albin* nous a donné une deſcription très exacte de ces différentes parties, de leurs mouvemens & de leurs uſages (3).

§. MMCCLXXII. Derriere la membrane du tambour ſe trouve une cavité conſidérable, à laquelle on donne le nom de *caiſſe*, ou *cavité du tambour*; elle eſt en partie formée par la partie ſquammeuſe de l'apophyſe pétreuſe, & tapiſſée intérieurement d'une membrane : cette cavité eſt de figure irréguliere, un peu ovale ou elliptique, de la longueur & de la largeur de 4 lignes ou environ. Les 4 oſſelets dont nous venons de parler, ſont ſitués dans cette cavité, où s'ouvrent auſſi quelques orifices des *cellules maſtoïdes*, *les fenêtres rondes & ovales* & la *trompe d'Euſtache* M, qui eſt compoſée de deux parties, dont l'une, ſavoir, celle qui répond à la bouche, eſt la plus large : cette portion eſt en partie membraneuſe & cartilagineuſe ; l'autre partie de cette trompe, celle qui répond à la caiſſe eſt oſseuſe, étroite, plus courte vers ſa partie ſupérieure, & eſt enfin adhérente avec l'os qui forme le méat auditif. C'eſt par cette trompe que l'air paſse de la bouche dans la cavité de la caiſse, & qu'il en ſort ſans aucune difficulté : ce qui contribue à établir l'équilibre entre l'élaſticité de l'air extérieur & celle de la maſse d'air qui eſt compriſe dans la caiſse. C'eſt pour cette raiſon que lorſque l'air extérieur ébranle la membrane du tambour G, l'air intérieur renfermé dans cette cavité ſe met auſſi en mouvement, & frémit de la même maniere. Il faut auſſi remarquer que les rayons ſonores peuvent parvenir dans la caiſse, par les narines, par la bouche & par la trompe d'*Euſtache* : c'eſt auſſi pour cette raiſon qu'on entend beaucoup mieux les ſons lorſqu'on a la bouche ouverte & les narines libres, que lorſque la bouche & les narines ſont fermées. Lorſque la trompe d'*Euſtache* eſt obſtruée, ou lorſqu'elle s'eſt oſſifiée, il en réſulte une eſpece de ſurdité : c'eſt auſſi pour cette raiſon que ſi quelqu'un met dans ſa bouche un tube, à l'autre extrêmité duquel une autre perſonne parle à voix baſse, le ſon traverſera toute la longueur de ce tube, paſsera par la trompe d'*Euſtache*, & ſe fera entendre diſtinctement à celui qui tient le canal dans ſa bouche, tandis qu'aucun des aſſiſtans qui pourroient être auprès du canal, n'entendront aucunement ce ſon.

§. MMCCLXXIII. L'autre partie interne de l'oreille eſt le *labyrinthe*, que

(1) Icones Oſſium fœtus. Tab. 6. fig. 46. 47. 48. 49. 50. 51.
(2) Myotomia reformata. Tab. 26. fig. 4. 5. 6. 7.
(3) Hiſt. Muſcul. Lib. 3. cap. 31. 32. 33. 34.

le célebre *Albin* (1) a décrit avec une exactitude finguliere, & qu'il a pris foin de faire graver : on rencontre d'abord dans cette cavité le *veſtibule*, qui eſt une cavité de figure irréguliere, longue & large de deux lignes, haute d'une ligne & demie, & creuſée dans l'os pétreux. C'eſt dans cette cavité que s'ouvrent les 5 orifices des trois *canaux ſémi-circulaires* O, P, Q, de même que l'orifice du *limaçon* S, & enfin les 5 orifices qui ſont au-deſſous de S, & qui donnent paſſage aux nerfs. C'eſt encore dans cette même cavité que communique la fenêtre ovale, qui eſt fermée par une membrane ſur laquelle repoſe l'étrier n.

§. MMCCLXXIV. Les trois canaux ſémi-circulaires O, P, Q ſont oſſeux, & elliptiques intérieurement ; ils n'ont que cinq orifices qui s'ouvrent en r dans le veſtibule, de même que le limaçon S : ce limaçon eſt auſſi un conduit tourné autour d'un cône, ayant, comme une vis, deux ſpires & demi, qui ſe terminent par une extrêmité pointue T.

Ce conduit eſt partagé par une cloiſon très mince X Z [*Tab.* 59. *fig.* 2. 3.] en deux autres canaux, dont l'un répond au veſtibule, & l'autre à la caiſſe du tambour : ces deux canaux ſont très diſtingués l'un de l'autre par la cloiſon dont nous venons de parler, qui eſt en partie oſſeuſe a, a, a, & en partie membraneuſe b, b, b, & dont M *Duverney* nous a très bien donné la deſcription (2). L'orifice qui répond au veſtibule, commence à celui qu'on remarque dans le veſtibule entre la fenêtre ovale & l'orifice du canal ſémi-circulaire inférieur : cet orifice eſt elliptique & très grand. Les fibres de la membrane qui diviſent le limaçon, partent du noyau ou axe du limaçon, & vont ſe rendre en-dehors, de même que les rayons d'un cercle, ſe rendent du centre à la circonférence. Lorſqu'on examine leur longueur depuis le ſommet proche de X, où elles commencent, juſqu'à l'endroit où elles finiſſent proche de Z, on remarque qu'elle augmente continuellement ; de ſorte que cette membrane eſt comme une zône triangulaire, compoſée de pluſieurs cordes tendues de diverſes longueurs.

§. MMCCLXXV. L'autre cavité du limaçon commence près de la fenêtre ronde, qui eſt auſſi fermée par une membrane mince : l'autre côté de cette fenêtre répond à la caiſſe du tambour, & ſe trouve à l'oppoſite du centre de la membrane du tambour. La longueur des deux conduits dont nous venons de parler = $\frac{6}{10}$ de pouce, ſuivant *Caſſebohm*.

§. MMCCLXXVI. Les deux cavités du limaçon ſont également larges à leur ſommet : l'air peut paſſer d'une cavité dans l'autre, à l'aide d'un petit trou, ſuivant les obſervations de MM. *Mery*, *Winſlow* & *Caſſebohm*.

§. MMCCLXXVII. On remarque une eſpece de corde qui paſſe ſur la membrane du tambour : cette corde eſt un rameau de nerfs, qui doit ſon origine à la cinquieme paire qui deſcend pour ſe jetter dans la partie latérale de la langue. On remarque que ce nerf va en montant juſqu'au côté extérieur du canal oſſeux, & qu'il rampe ſur la ſurface du muſcle extérieur du marteau : ce nerf, conjointement avec ce muſcle, pénetre dans la cavité de la caiſſe, il deſcend enſuite obliquement ſous le tendon, pour ſe porter ſur

(1) Academ. Annot. Lib. 4. Tab. 1. & 2.
(2) Duverney, l'Organe de l'ouïe, Planch. 10. fig. 4. & 6.

la membrane du tambour : lorsqu'il sort de cette cavité, il passe par le trou du canal osseux, & il se joint avec un rameau de la portion dure du nerf auditif, avant que celui ci sorte de son canal (1).

§. MMCCLXXVIII. On commence à distinguer le nerf auditif dans le cerveau, proche la protubérance annulaire de *Willis*; il est composé de deux parties, dont l'une se nomme *portion dure*, & l'autre *portion molle*. Ces deux portions passent par un trou large, creusé dans l'os pétreux : la portion molle V se divise en 5 branches, qui passent par 5 trous, qu'on remarque dans le voisinage de S, dans le vestibule r, où elles forment une membrane qui tapisse la surface interne du vestibule & des trois conduits sémi circulaires O, P, Q. Ces nerfs passent ensuite entre deux membranes de la zône triangulaire X Z dans le limaçon, où ils se développent.

La portion dure du nerf auditif est tout-à la fois, & plus dure, & plus grêle que celle dont nous venons de parler : elle entre dans l'aqueduc de Fallope par le trou antérieur du fond supérieur : parvenu à cet endroit, elle jette plusieurs rameaux qui passent par les trous de cet aqueduc pour se jetter dans le muscle de l'étrier; elle sort enfin par le trou *stilomastoïdien*, s'étant jointe dans l'aqueduc avec la corde du tambour. Tel est le précis des parties qui concourent à former l'organe de l'ouïe.

§. MMCCLXXIX. Les cavités de ce labyrinthe sont humides intérieurement, & nécessairement remplies d'air aussi élastique que celui de la cavité du tambour ; mais on ne connoit point encore le chemin que prend cet air pour se rendre dans ces cavités, ou pour en sortir ; car la fenêtre ronde, ainsi que la fenêtre ovale, sont fermées l'une & l'autre par une membrane. Ne pourroit on pas dire néanmoins que cet air seroit apporté dans ces cavités, par les humeurs qui s'écoulent des petits vaisseaux, & se déchargent dans ces cavités sous la forme de vapeurs? Car on ne trouve aucune humeur dans le corps des animaux qui ne contienne de l'air, & on ne peut douter qu'il ne s'en sépare quelqu'une dans ces cavités, pour entretenir la mollesse & la flexibilité des nerfs ; ce qui est indispensablement nécessaire : or comme ces humeurs sont ensuite reprises par les vaisseaux absorbans, ce même air peut aussi s'insinuer en même-tems dans ces vaisseaux, & être continuellement rafraîchi par celui qui prend sa place, & qui empêche qu'il ne s'y corrompe par un trop long séjour ? Mais tout cela n'est qu'une hypothese, & on ne remarque pas même que l'air, rassemblé en assez grande quantité, puisse se mêler aisément avec les humeurs : peut-être qu'à la longue, & par des recherches plus exactes, on parviendra à trouver un chemin favorable à la circulation de cet air.

§. MMCCLXXX. Voici donc de quelle maniere se fait la sensation du son. Le son qui est produit dans l'air extérieur va frapper l'oreille A B, & entre dans la conque, d'où il est ensuite porté dans le conduit auditif D E, qui le transmet à la membrane du tambour G, laquelle commence d'abord à tremousser. Le tremoussement de cette membrane se communique à la masse d'air qui se trouve dans la cavité de la caisse, & qui par ce moyen, forme des ondes sonores, dont le mouvement augmente le son qui a péné-

(1) Duverney, l'Organe de l'ouïe, Planch. 7. fig. 1. & 2.

tré par les narines, la bouche & la trompe d'*Eustache*, pour se porter dans la même cavité. Ces ondes vont frapper dans l'instant la membrane de la fenêtre ronde qui leur répond directement, à laquelle elles communiquent le même tremoussement : ces vibrations ébranlent l'air qui est dans une des cavités du limaçon; & cet air, ainsi ébranlé, met en mouvement les nerfs de la zône du limaçon S. Ce mouvement est porté, à l'aide des nerfs qui sont susceptibles des mêmes vibrations harmoniques, jusques dans le cerveau, où il fait alors impression sur notre ame. Peut-être, à la vérité, que dans ce premier instant, notre ame n'entend pas fort distinctement; mais étant ébranlée par cette impression, & étant naturellement portée à distinguer les sons qui se présentent, il peut se faire qu'elle prête alors toute l'attention dont elle est capable, & qu'en vertu des loix de l'union, les muscles de l'oreille externe se contractent; ce qui rend cette partie cartilagineuse propre à frémir harmoniquement avec les vibrations de l'air externe, & à diriger un plus grand nombre de rayons sonores dans le conduit auditif: outre cela cette attention de l'ame fait qu'on tourne la tête, & qu'on prête directement l'oreille vers l'endroit d'où vient le son : ajoûtez encore à cela, qu'en vertu des mêmes loix de l'union de l'ame avec le corps, la membrane du tambour se bande ou se relâche, par le moyen des muscles du marteau; ce qui la rend propre à frémir harmoniquement : de plus, la membrane de la fenêtre ovale, se trouve aussi tendue, à l'aide du muscle de l'étrier; ce qui fait que cette membrane peut être aussi ébranlée en même tems que les osselets de l'ouïe, & qu'elle tremousse par conséquent avec plus de force qu'elle n'auroit pu le faire par le moyen de l'air de la caisse. Lors donc que cette membrane se trouve une fois en mouvement, il faut que l'air du labyrinthe r soit aussi ébranlé, & qu'il agisse sur les nerfs qui tapissent la surface interne des conduits sémi-circulaires O, P, Q. Il fera aussi en même tems impression sur les nerfs qui sont tendus sur la zône du limaçon S; & conséquemment toute la masse d'air comprise dans les deux cavités du limaçon, étant ébranlée, l'impression doit être très vive sur les nerfs. Quel que soit le son produit dans l'air extérieur, les vibrations de cet air étant communiquées à celui du labyrinthe, celui-ci agira sûrement sur quelques fibres ou quelques-uns des nerfs b, b, b, lesquels, étant dans un degré de tension harmonique, frémiront nécessairement, suivant les §. 2265 & 2266. Ces fibres étant une fois ébranlées, transmettront leur mouvement dans le cerveau, & en communiqueront l'impression à l'ame, qui concevra alors aussi distinctement qu'il lui est possible, les sons extérieurs.

§. MMCCLXXXI. L'organe de l'ouïe differe considérablement dans les animaux; les uns sont dépourvus d'oreilles externes: leur organe est seulement formé de petits osselets : cet organe outre cela, est dépourvu de canaux sémi-circulaires. Tels sont la vipere, la couleuvre, & les autres serpens : dans d'autres ce sont aussi de petits osselets qui forment cet organe, & il est muni de canaux sémi-circulaires. Tel est l'organe de l'ouïe de la salamandre, de la raye.

M. *Geoffroy* a commencé à donner la description de cet organe considéré dans les reptiles (1); mais il nous reste encore un grand nombre de recherches à faire, & un très grand travail à suivre sur cette matiere.

(1) Mémoires présentés. T. 2. p. 164.

CHAPITRE XLI.

Des Météores de l'air en général.

§. MMCLXXXII. Nous donnons le nom de météores à tous les corps qui sont suspendus entre le ciel & la terre, & qui nagent dans notre atmosphere, qui y sont emportés, & qui s'y meuvent : nous rangeons encore dans cette même classe tous ceux qui s'enflamment dans l'atmosphere, tous ceux qui s'y trouvent seuls, ou qui y sont mêlés avec d'autres, ceux qui se séparent après leur union, ceux qui montent ou qui descendent, enfin tous ceux qui produisent quelques phénomenes.

§. MMCCLXXXIII. Μετέωρα est un mot Grec composé de μετὰ & εώρα, qu'on met à la place de αιωρα, qui signifie *tollo*, j'enleve ; parceque ces corps sont élevés dans les airs : aussi les appelle t-on *sublimes*. *Seneque* dit que ces corps sont placés entre le ciel & la terre. Une grande partie des Anciens les désignoient par le mot *metarsia* : quelques-uns mettent une distinction entre le mot *metéores* & *metarsia* : ils appellent météores les astres qui sont dans le ciel, & ils donnent le nom de *metarsia* aux nuées, aux vents, &c. *Aristote* les nomme παθη, *passiones*, *passions*, comme s'ils étoient les affections de la matiere sublunaire. D'autres les appellent *impressions* ; parcequ'ils imaginent que le ciel les imprime aux élémens de la matiere. On les nomme aussi mixtes imparfaits ; parcequ'ils ne sont point composés des 4 élémens, mais presque d'un seul, mêlé & combiné avec des qualités étrangeres. On les distingue aussi par le mot *ostenta*, *montrés* ; parcequ'ils frappent en grande partie l'esprit de ceux qui les observent.

§. MMCCLXXXIV. Tous les corps qui font partie de l'Univers, laissent échapper des émanations différentes qui s'élevent dans l'air, qui se mêlent avec lui, & qui sont la matiere & la cause des météores, & conséquemment qu'il est indispensablement nécessaire de connoître, sans quoi il ne seroit point possible de se former une moindre idée des météores. Si on connoissoit parfaitement toutes les exhalaisons qui s'élevent dans l'atmosphere, on pourroit espérer de connoître bien tôt tout ce qui concerne les météores, de pouvoir donner des démonstrations exactes de leurs phénomenes, & d'en prévoir plusieurs. Il est donc important d'exposer ici, & de développer toutes les connoissances que nous avons acquises jusqu'à présent à cet égard ; connoissances que ceux qui viendront après nous pourront étendre & ajoûter à celles que nous avons déja.

§. MMCCLXXXV. Tout ce qui s'éleve de notre globe, sont autant de particules très subtiles de presque tous les corps, tant solides que fluides, qui en font partie, soit que ces corps ne doivent leur existence qu'à la nature, soit qu'ils aient été produits par l'art : or pour faire le dénombrement de ces émanations, nous allons commencer par le regne végétal.

1°. Tous les esprits odorans des plantes, des feuilles, des écorces, des fleurs, des graines, des fruits, qui ont coutume de se séparer d'eux mêmes, & qu'on appelle, à cause de cela, volatils.

2°. Outre l'esprit odorant des plantes dont nous venons de parler, il s'exhale aussi de ces plantes quantité de parties aqueuses, soit que ces plantes soient encore en terre, soit qu'on les fasse sécher au soleil, ou au vent, après les avoir cueillies.

3°. Les esprits ardents qui se tirent des sucs des plantes, après qu'ils ont fermenté : les hommes font tous les jours pour leurs usages une grande quantité de ces esprits, & qui sont volatils : ils les tirent de toutes sortes de vins, ou des raisins, des baies, des fruits, des froments. La Nature produit aussi de semblables esprits toutes les fois qu'il s'échappe dans un air chaud quelqu'humidité des plantes, ou chaque fois qu'on expose à un air chaud des plantes arrosées avec de l'eau tiede. De là vient que l'eau de certaines rivieres fermente & fournit des esprits ardens, comme fait l'eau de la Tamise en Angleterre, & celle de l'Alt en Hongrie, suivant le rapport de *Tylkowsky* (1). Les esprits qui s'élevent des plantes qui fermentent lorsqu'elles se corrompent dans la campagne, doivent aussi être rangés dans cette classe.

4°. Le soleil volatilise aussi les huiles des plantes, & les disperse dans l'air, ainsi que le dessechement qu'elles éprouvent le constate ; l'odeur qu'elles répandent en est encore une preuve : cette odeur, par exemple, se manifeste sensiblement, lorsqu'après avoir ramassé le foin en différens tas, on le laisse sécher à l'air : or on peut dessecher les plantes & les priver de leur huile, au point qu'elles ne soient plus propres à fournir d'aliment au feu, ainsi qu'on le remarque lorsqu'on veut faire brûler des branches d'arbres qu'on a conservées pendant plusieurs années, ou lorsqu'on met au feu du bois qui est trop vieux & trop usé. La pesanteur incommode qu'on sent dans les endroits où on prépare le savon, ne provient que de la volatilisation de l'huile d'olives ou de raves, dont on fait usage, & qui s'évapore pendant la cuisson.

5°. Les sels des plantes deviennent aussi volatils, & s'élevent dans l'air ; ce qui se remarque dans la suie que produisent toutes les plantes brûlées. On volatilise les sels des plantes en les brûlant, en les faisant pourrir, secher ou fermenter ; & lorsque les plantes ont été soumises à ces sortes d'opérations, elles contiennent beaucoup moins de sel, ainsi qu'on peut s'en assurer par les cendres qui en résultent.

6°. Outre les parties salines & huileuses qui se mêlent avec la suie des plantes qu'on brûle, leur fumée emporte avec elle quantité de parties terrestres qui se volatilisent & qui flottent avec elle dans l'air.

7°. La putréfaction volatilise aussi les huiles, les sels, & quantité d'autres parties dans les plantes : en effet, lorsque nous mettons du chanvre verd ou du lin dans des fosses, pour l'y faire pourrir ; il s'en éleve une odeur fœtide, insupportable à ceux qui n'y sont point accoutumés, qui leur occasionne des maux de tête, qui fait mourir les poissons ; & même les parties que cette putréfaction sépare, donnent une teinture à l'eau.

8°. Passons maintenant à l'examen des émanations des substances animales.

(1) Philosoph. curios.

Toutes les parties subtiles qui s'exhalent du corps, non-seulement des grands animaux, mais encore des plus petits insectes, se dissipent & se dispersent dans l'atmosphere : on connoît cette évacuation sous le nom de *transpiration de Sanctorius*, qui fut le premier qui la soumit au calcul. Cette évacuation qui émane de l'atténuation des différens alimens, porte avec elle une odeur différente, suivant l'espece d'animal d'où elle provient : on ne peut point même douter qu'elle n'ait différens degrés de ténuité, & que de même qu'elle contribue à la santé de l'animal qui la produit & qui la pousse au-dehors, elle ne soit aussi destinée à plusieurs autres usages, & qu'elle n'entre pour beaucoup dans la nutrition des plantes les plus petites, des fossiles, & même des animaux, & peut-être encore concourt-elle à plusieurs autres phénomenes, & a-t-elle d'autres usages que nous ne découvrirons jamais. Peut-être certaines années ne sont-elles plus fertiles que d'autres à produire différens fruits, ou à engendrer certains météores, que parceque certains insectes ont regné en plus grand nombre ces années-là que pendant les autres ; il peut se faire aussi que certaines maladies épidémiques, contagieuses, & même la peste, leur doive leur origine : or l'odeur prouve manifestement que les insectes transpirent aussi bien que les autres animaux : on peut s'en convaincre aisément en se transportant dans des endroits renfermés, où on nourrit des vers à soie ; l'odeur qu'on y sent est très forte, & même dangereuse à respirer. La transpiration des fourmis porte un acide avec elle : les ruches qui contiennent des mouches à miel, exhalent une odeur différente : on respire une odeur puante & très désagréable dans les endroits où il y a une certaine quantité de punaises. Il faut encore observer que non-seulement les animaux vivans transpirent, mais encore que leurs œufs, lorsqu'ils sont frais & qu'ils sont remplis, transpirent aussi ; car lorsqu'ils sont vieux, on y trouve un très grand espace vuide, ainsi que *Boyle* (1) & *Petit* (2) l'ont observé, & l'ont démontré.

9°. La sueur des animaux s'exhale encore dans l'atmosphere, & s'y éleve : c'est une humeur plus épaisse que celle dont nous venons de parler ; car quoique tous les animaux ne suent point, tels que les chiens, par exemple, quelque course qu'on leur fasse faire (3), il y en a néanmoins un grand nombre qui suent, tels que les hommes, les chevaux, &c. On vit une fois mourir un chat couvert de sueur, pour avoir été renfermé dans une étuve trop chaude (4).

10°. La même chose arrive aux huiles les plus fines des animaux, lorsque leurs cadavres viennent à se corrompre : l'odeur qui en résulte infecte une très grande masse d'air. Lorsqu'on tire l'huile de baleine, l'odeur qui s'exhale pendant cette opération, se fait sentir à un mille de distance.

11°. On doit aussi ranger dans cette classe les sels volatils des animaux, ainsi que ceux qui s'échappent de leurs excrémens.

12°. Ajoûtez encore à cela toutes ces différentes parties qui acquerent du

(1) De Atmosph. Corpor. consistent.
(2) Journ. des Sav. T. 2. p. 77.
(3) Molinettus Differt. Anat. Path. Journ. des Sav. Tom. 5. pag. 68.
(4) Hanovius Illust. Memor. Naturæ.

ressort par le dessechement, la combustion, la putréfaction, qui imitent assez bien l'air de l'atmosphere, & qui ne composent pas la moindre partie du corps des animaux.

13°. Il s'éleve aussi dans l'atmosphere beaucoup plus de fossiles que je n'en saurois compter, & dont les principaux, qui sont connus de tout le monde, sont les vapeurs, tant des eaux douces, que des eaux de la mer (1). On en voit aussi qui s'élevent des puits, & lorsque ces vapeurs sont abondantes, elles éteignent la lumiere des chandelles. *Morton* nous en a décrit plusieurs de cette espece qu'il a observées à Northampton (2). Ceux qui travaillent à certaines mines, y observent de semblables vapeurs, dont ils sont quelquefois assez heureux de se garantir, par le moyen du vent de quelques soufflets, ou par le moyen de l'esprit d'urine qu'ils répandent dans ces endroits, ou en ouvrant un conduit qui communique avec l'air extérieur (3). Lorsque le feu souterrain échauffe fortement les eaux des puits, il s'en éleve alors des vapeurs très abondantes.

Il faut encore observer que la terre des jardins, qui ne donne aucune odeur lorsqu'elle est seche, répand à une grande distance une odeur très suave lorsqu'il a plu & qu'elle est imbibée d'eau, ainsi que M. *de Reaumur* l'a observé.

14°. La naphthe, qui est une espece de bitume, & le soufre qui n'est point encore en feu, s'élevent des volcans & des mines qui fournissent du charbon de terre (4). *Peyssonnel* a observé des fleurs de soufre qui s'élevoient sous la forme de fumée, d'un volcan creusé dans une montagne de la Guadeloupe: il observa même de l'esprit de soufre qui couloit de différens corps auxquels il s'étoit attaché (5). Il s'éleve encore des charbons de terre, des esprits très subtils qui s'enflamment par le contact de l'air (6), ou qui peuvent s'enflammer aisément (7). Il s'éleve aussi du soufre qui brûle, des esprits très actifs, & propres à suffoquer. Le soufre d'antimoine, de bismuth, de zinc, est aussi très volatil, & se dissipe aisément dans l'atmosphere. Il en est de même de l'arsenic, de l'orpiment, du cobalt, des eaux qui coulent de Rome à Tivoli; ces eaux, qui sont connues actuellement sous le nom de *Zolfa*, exhalent une odeur de soufre très forte, très incommode, & qui s'étend à la distance de 5 milles: ces eaux ont creusé le terrein des deux côtés, & en ont formé comme une espece d'entonnoir, aux parois duquel s'attachent de très belles fleurs de soufre (8).

15°. Il y a encore outre cela une très grande quantité d'exhalaisons qui s'élevent de la surface de la terre, & qui s'allument. *Pline* rapporte qu'il y a des montagnes en Lycie qu'on nomme monts Hépheſſiens, qui s'embrâsent dès qu'on en approche une torche allumée, & que les pierres même des ruisseaux & le sable qu'ils roulent s'enflamment & brûlent au milieu des eaux (9). On remarque des champs dans l'Ecosse, qu'on appelle champs

(1) Lucrece.
(2) Hist. Nat. Northamp. Cap. 4. p. 227.
(3) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1730.
(4) Borlase of Cornwall. Ch. 3.
(5) Journ. des Sav. ann. 1677.
(6) Philos. Trans. Vol. 40. part. 2.
(7) Journ. des Sav. ann. 1678.
(8) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1750.
(9) Plin. Hist. Nat. Lib. 2. cap. 110.

Phlegreens; d'où il s'éleve des fumées pendant le jour, & des flammes pendant la nuit, telles qu'on en observe dans la Lothiane Orientale, auprès d'une métairie nommée Elphiston, & dans une Province connue sous le nom de Fifa, un peu au-dessus d'un Bourg nommé Dysart : on remarque de part & d'autre une large plaine épuisée par des flammes perpétuelles, remplie d'un très grand nombre de cavernes creuses, d'où on voit sortir de tous côtés des fumées : on remarque sur-tout un endroit très célebre auprès de Naples, & qu'on nomme la *Solfatara* qui nous offre de semblables phénomenes à observer. *Pline* appelle cet endroit Monts Leucogeens, champs Phlegreens.

On remarque dans cet endroit différens soupiraux qui vomissent des flammes, & qui les lancent avec tant de force, qu'elles détachent, par leur éruption, des masses de pierres considérables, & qu'elles les jettent au loin. *Mercatus* nous a donné la description de cet endroit (1). On y trouve & on y ramasse un véritable soufre enflammé : on remarque aussi dans une peninsule nommée Okesra, une étendue de terrein embrâsée, qui est couvert d'un sable blanc & d'une poussiere semblable à de la cendre. On remarque dans l'étendue de ce terrein différens petits ruisseaux de soufre : on y remarque des fentes, d'où s'échappent avec impétuosité des flammes très vives, & qui jettent l'allarme & l'épouvante parmi ceux qui viennent pour les considérer : on y remarque aussi d'autres fentes qui vomissent aussi des flammes, mais qui sont plus tranquilles, & qui se laissent approcher librement : on y voit aussi d'autres fentes qui jettent des fumées qui emportent avec elles l'odeur de l'esprit de naphthe (2). Dans la peninsule nommée Abscheron, qui est environ à 20 milles de Bakau ou Baka, & à 3 milles de la mer Caspienne, on remarque un feu perpétuel qui s'éleve du sol, qui est rempli de pierres, mais qui est couvert d'une croûte de terre. Si on enleve cette croûte en quelques endroits, on remarque que ce feu s'éteint aussi-tôt dans l'endroit qui est à découvert : ce feu brûle sans se consommer ; il ne s'éteint jamais, à moins qu'on ne jette dessus de la terre froide. Il y a dans cet endroit, auprès d'une hôtellerie, une fosse de 14 pieds de largeur, & de 4 pieds de profondeur, dans laquelle on voit un feu ardent depuis quatre siecles : si on approche une chandelle allumée vers les fentes des murs de l'hôtellerie, les exhalaisons qui y sont répandues, prennent feu aussi-tôt, & cette flamme parcourt alors toute l'étendue de ces fentes : on remarque même différentes fosses creusées dans l'hôtellerie, dans lesquelles on met des marmites où l'on fait cuire, sans aucun autre feu, les alimens qui y sont renfermés.

Les habitans de cet endroit, au lieu d'avoir recours à la lumiere d'une chandelle, plantent en terre un roseau ; ils approchent un charbon de feu vers la pointe de ce roseau, & aussi-tôt il s'enflamme : la flamme qui brille à cette extrêmité est blanche, & elle brûle sans consommer le roseau, & elle ne s'éteint point qu'on ne la couvre d'un éteignoir. A la distance de $\frac{1}{7}$ de mille de cet endroit, on remarque un source de naphthe blanc, qui est très inflammable : quoique ce bitume répande une mauvaise odeur lorsqu'il est

(1) Mercati Metallotheca Vatic. pag. 73. (2) Kæmpfer Amœnit. exotic. pag. 273.

allumé, & qu'il jette une fumée fort épaisse, néanmoins ce même bitume, filtré à travers une croûte pierreuse & terrestre, paroît produire une lumiere plus pure, & être la véritable cause & le véritable aliment du feu dont nous venons de parler (1).

On remarque un endroit dans le Pays des Appolloniates, qu'on appelle aujourd'hui Capopoli: c'est un rocher qui jette du feu, sous lequel il y a des fontaines de bitume tiede: il y a apparence que ce n'est autre chose qu'une motte de bitume qui brûle, dont la source est dans la montagne voisine, & qui se régénere de nouveau lorsqu'une partie en est emportée (2).

On remarque auprès de Grenoble, sur l'élévation d'une colline, une flamme légere & errante, dont l'étendue embrasse environ six pieds de surface: cette flamme est plus forte & plus ardente pendant l'hiver & pendant les tems humides; son activité diminue pendant l'été, lorsque les chaleurs commencent à augmenter, & il arrive souvent qu'elle s'éteint tout-à-fait vers la fin de l'été, pour reparoître de nouveau pendant les autres saisons. Les recherches qu'on a faites en cet endroit n'ont rien fait découvrir qui fût propre à nourrir & à entretenir la flamme: on respire cependant en cet endroit une odeur sulfureuse. J'imagine que cette matiere est trop volatile & trop raréfiée pour qu'elle puisse s'enflammer pendant les chaleurs de l'été; mais lorsque la chaleur commence à diminuer, elle acquiert quelques degrés de densité, elle ne se dissipe pas si promptement, & elle peut alors s'enflammer comme précédemment. On observe sur une montagne située vers Petra-Mala, une flamme à-peu-près semblable, & qui jouit des mêmes propriétés (3).

Galleat (*Galleatius*) rapporte qu'en voyageant il vit un endroit (Barigatia) (4), où plusieurs flammes de différentes couleurs s'élevoient de la surface de la terre, tantôt à deux pieds d'élévation, souvent à un pied; la couleur de ces flammes ne différoit cependant pas de celles des flammes ordinaires: l'étendue de ces flammes étoit telle, qu'elle couvroit quelquefois six pieds de terrein; mais dans ses plus fortes éruptions, cette étendue est plus considérable: car les habitans rapporterent qu'elle s'étendoit à 20, & même à 30 pieds. Ces flammes répandoient une odeur de soufre, ce qui indique que c'est une matiere sulfureuse qui leur sert de nourriture. Quoiqu'on sente plus vivement cette odeur à une grande distance de ces flammes, que lorsqu'on en est très proche, leur chaleur ne s'étend & ne se propage que très peu, & elle ne fut point assez sensible pour procurer aucun mouvement à la liqueur d'un thermometre, quoique *Galleat* le portât jusqu'à trois pieds de distance de ces flammes: mais lorsque la boule de cet instrument fut presque plongée dans ces flammes, la liqueur ne monta que de 8 lignes dans le tube. Si on frappe fortement la terre dans l'endroit où on voit sortir ces feux, ou qu'on l'arrose avec de l'eau, ces flammes s'éteignent aussi-tôt, & cessent de paroître pendant quelque tems; mais on les voit renaître en-

(1) Philos. Trans. n. 487.

(2) Ælianus in Var. Hist. Lib. 13. Strabo Geograph. Lib. 7.

(3) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1706.

(4) Je ne connois point Barigatia, mais Barigasa, qui étoit une ancienne Ville sur la côte de Coromandel, que quelques-uns prennent pour Bacans, d'autres pour Goa.

ſuite, & avec plus d'abondance, & avec plus d'activité : elles n'ont point de tems fixe & déterminé ; elles paroiſsent en été & en hiver, ſi ce n'eſt lorſqu'il pleut abondamment, ou lorſque le vent ſouffle trop impétueuſement (1). Il y a encore de ſemblables endroits, que le célebre *Ripa* a décrits très élégamment (2). Il y a encore certains endroits qui, quoique dépourvus de naphthe, fourniſsent des exhalaiſons très inflammables, & qui flottent dans l'atmoſphere : on en remarque de cette eſpece dans les mines de ſels de Cracovie (3).

16°. Il y a auſſi quelques fontaines dont l'eau s'enflamme lorſqu'on en approche une torche allumée ; ce qui vient de quelque ſoufre volatiliſé, ou du pétrole, ou du bitume qui s'éleve de terre avec l'eau, & qui eſt plus volatil encore que cette liqueur. *Lucrece* nous a donné la deſcription d'une ſemblable fontaine (4).

Dans une Province d'Angleterre, nommée Lancashire, éloignée de deux milles de Wigan, on trouve une fontaine dont l'eau s'enflamme comme de l'eſprit de vin; l'activité de cette flamme eſt telle, que ſi on met des œufs dans l'eau, & qu'on les tienne pendant quelque tems ſur cette flamme, ils y durciſsent : bien plus, on y fait cuire du bœuf. Ayant creuſé à ſix pieds de profondeur auprès de cette fontaine, on y découvrit des charbons de terre qui répandoient une exhalaiſon qui s'enflammoit lorſqu'on en approchoit la flamme d'une chandelle (5).

Il y a une fontaine en Hongrie qui s'enflamme, & on parvient à allumer des flambeaux en les approchant vers la ſurface de l'eau (6). Si on met une torche de paille ſur la ſurface de cette eau, on voit quelques momens après pluſieurs flammes qui s'élevent de cette ſurface, qui, par leur longueur & leur forme, imitent aſsez bien le doigt d'un homme : ces flammes pétillent comme la poudre à canon qui s'enflamme, & elles ſubſiſtent pendant 4 ou 5 ſecondes. La flamme d'un autre réſervoir que celui dont nous venons de parler, ſubſiſte plus long-tems; tant que cette flamme tient à l'eau, ſa couleur eſt ſemblable à celle de la paille, & elle embrâſe & allume tous les corps qu'on lui préſente; mais ſi-tôt qu'on retire cette flamme du réſervoir, elle perd auſſi-tôt la faculté qu'elle a de brûler.

On découvrit en Allemagne, à la diſtance d'un mille de Sieben, vers l'an 1654, une fontaine dont l'eau eſt très trouble & noire ; cette eau bout & s'éleve en bouillonnant juſqu'à la hauteur de 9 pouces, de même que ſi on la faiſoit bouillir ſur le feu, & dans une marmite : elle eſt néanmoins toujours froide ; elle ne ne ſort jamais de ſon baſſin, dont le diametre eſt d'une aune, & la profondeur de ſix aunes. En 1672 des payſans ayant allumé quelques rameaux, le vent porta quelques étincelles ſur la ſurface de cette eau ; elle s'alluma auſſi-tôt, & elle continua de brûler jour & nuit pendant quelque tems : on remarque depuis ce tems, que ſi on tient quelque corps embrâſé à la diſtance d'un pied de cette eau, elle s'enflamme auſſi-tôt, & elle jette une flamme qui s'éleve juſqu'à la hauteur de trois pieds : cette flamme eſt

(1) Comment. Bonon. Vol. 1. p. 105. (2) Diſſert. Meteorol. (3) Philoſ. Tranſ. n. 493. pag. 231. (4) Lucretius. Lib. 6. v. 879. (5) Philoſ. Tranſ. n. 452. (6) Comes Marſigli de Danubio Tom. 1. p. 93. T. 3. p. 49.

afsez active pour brûler tous les corps qu'on lui présente : mais si on puise de cette eau, & qu'on la transporte dans un autre vase, elle n'est plus propre à embrâser aucun corps; d'où il suit qu'elle dissipe sur-le-champ son huile inflammable (1).

Dans le Palatinat de Cracovie, on remarque une fontaine située au milieu d'une montagne, dont l'eau est limpide, claire, dont l'odeur & le goût sont agréables : cette eau sort du sol avec bruit & ébullition ; si on en approche une lumiere, elle s'enflamme aussi-tôt, & cette flamme subsiste pendant long-tems, à moins qu'on ne batte cette eau avec quelques rameaux : si on la fait évaporer lentement, elle dépose une espece de bitume noir (2). Il y a encore quantité d'eaux qui jettent des flammes très vives ; parceque la chaleur du fond & de l'eau embrâse & allume le pétrole. Le lac Pélicore en Sicile, nous offre aussi de semblables phénomenes ; il vomit de tems en tems des flammes. Le lac *Herbesus* connu aujourd'hui sous le nom de lac de la Grotte, nous fait observer la même chose, ainsi qu'un autre lac qui est auprès du Cap de Ferro, & trois autres qui ne sont point éloignés de Passaro ; mais on en voit plusieurs auprès du mont Æthna qui produisent de semblables effets.

C'est sans contredit à la même cause qu'il faut attribuer ces flammes que vomit pendant 15 jours un fleuve d'Islande, & qui produit régulierement ce même effet trois fois par chaque année (3). C'est encore cette même cause qui nous fait observer de semblables phénomenes dans un fleuve qui est à cinq milles de Bergerac en France (4).

On peut soupçonner, avec toute la vraisemblance possible, que la terre exhale en différens endroits des matieres qui, quoique différentes entr'elles, peuvent néanmoins s'embrâser ; & que ces matieres s'exhalent plus aisément & plus abondamment lorsque les premieres couches de la terre sont enlevées ; car on a souvent remarqué, qu'en creusant des puits, il s'élevoit de leurs fonds des exhalaisons qui s'enflammoient aisément.

Un Ouvrier creusant un jour un puits auprès de Nonantola en Italie, y descendit une chandelle allumée pour en considérer le fond, la lumiere embrâsa aussi-tôt les vapeurs qui s'y élevoient, & produisit un incendie, dont la flamme se porta jusqu'au haut du puits : cette flamme faisoit un bruit assez considérable, & étoit assez ardente pour brûler l'Ouvrier (5). Ceux qui ont fait la collection des Actes de Breslaw (6), nous apprennent qu'il arriva un incendie pareil dans une fosse abandonnée, qui étoit remplie d'eau. Il y avoit dans la Ville de Bevagna, en Italie, un puits creusé dans un cellier que le maître de la maison avoit abandonné & fait fermer avec une pierre ; parceque l'eau qu'on en tiroit étoit mal-saine : il avoit néanmoins fait ouvrir cette pierre suffisamment pour qu'on pût introduire par cette ouverture une bouteille, & qu'on pût la descendre dans le puits pour l'y faire rafraîchir : il

(1) Journal des Savans, année 1679, page 82.
(2) Journal des Savans, année 1684, page 25.
(3) Johan. Anderson Nachirichten von Ysland.
(4) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1741.
(5) Giornali di Litterati d'Italia. Tom. 32. Art. 9.
(6) Collect. Bresl. ann. 1726. April. Clas. 4. §. 7. pag. 472.

arriva un jour que celui qui s'étoit chargé de ce soin, ayant ôté le couvercle qui fermoit cette ouverture, fit descendre par ce trou la lanterne qu'il portoit; il sortit aussi-tôt, & avec impétuosité, une très grande flamme par cette ouverture, qui se répandit avec bruit tout autour du cellier, renversa un tonneau, & sortant par la fenêtre du cellier, se jetta contre une maison voisine opposée à cette fenêtre, & endommagea le mur de cette maison (1).

Nous pourrions rapporter encore ici un très grand nombre de semblables phénomenes; mais ceux que nous venons d'exposer suffisent pour que nous puissions conclure que la surface de la terre exhale continuellement différentes vapeurs inflammables qui s'élevent & qui nagent dans l'atmosphere: or ces différentes vapeurs pourront être regardées comme la cause des météores ignés dont nous parlerons dans la suite.

17°. Il y a outre cela plusieurs huiles de terre & de pétrole qui sortent du sein de la terre, & qui s'élevent dans l'atmosphere: souvent le fond de la mer laisse échapper une grande quantité d'huile de terre qui s'éleve d'abord à la surface de la mer, & flotte sur l'eau, mais qui ensuite s'éleve dans l'atmosphere. L'huile de terre que notre globe laisse exhaler, séjourne aussi quelque tems sur sa surface avant de s'élever dans l'air; mais l'huile de pétrole est très volatile, elle s'éleve aussi-tôt, sur-tout celle qui sort du mont Ciare (2). On remarque outre cela une matiere grasse qui suinte des rochers qui sont dans le voisinage de la mer: cette matiere s'épaissit, sa saveur est un peu salée; on la nomme myrrhe minérale: on trouve une semblable matiere grasse, mais plus blanche, dans l'Isle Banda (3).

18°. On trouve encore dans plusieurs régions plus ou moins abondamment cependant, des sels de différentes especes, qui sont un peu volatils, & dont l'atmosphere est comme remplie dans la Province de Hollande qui touche à la mer Germanique; l'air y est si rempli de sels, que si on expose du fer en plein air, il contractera plus de rouille en une nuit qu'il n'en contracteroit en Allemagne dans l'espace d'un siecle. Les barreaux de fer qu'on pose devant les fenêtres des maisons dans la Ville de Leyde, ne peuvent subsister tout au plus que pendant 50 ans.

Acosta nous apprend que, dans certaines régions de l'Amérique, l'air y est si rempli de sels, & qu'ils y corrodent si fortement les métaux, qu'on peut les écraser & les réduire en poussiere avec les doigts (4).

Varenius a observé que l'air & le vent étoient si âcres dans les Isles Açores, que des lames de fer, exposées à leur action, étoient en peu de tems rongées & réduites en poussiere (5). Les principaux sels qui s'élevent dans l'atmosphere, sont le premier principe du nitre, du vitriol, de l'alun, & du sel marin.

La Nature engendre une grande quantité de sel admirable de Glaubert. *Gmelin* observe que les fleuves & les lacs de Russie contiennent une grande quantité de ce sel: on trouve beaucoup d'endroits qui doivent la fertilité qu'on

(1) Comment. Bonon. Vol. 2. pag. 463.
(2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1736.
(3) Rumphii Musæum Amboin. Lib. 3. cap. 30. pag. 251.
(4) Joseph. Acosta Hist. Indiar. Occid. Lib. 3. cap. 9.
(5) Varenii. Geograph. Lib. 1. cap. 19. §. 41.

leur connoît au ſel qui y eſt répandu : on trouve quantité de lacs qui tariſſent & qui ſe deſſechent par les chaleurs de l'été, & dont le fond eſt couvert de ſel qui a beaucoup d'analogie avec le *natrum*.

Les eſprits acides de ces ſels, produits par les volcans ou par le feu ſouterrain, doivent auſſi s'élever dans l'atmoſphere & flotter dans l'air. L'acide vague des fontaines & des foſſes, qui paroît être vitriolique, doit auſſi s'y élever, ainſi que les Chymiſtes modernes en conviennent ; car *Hellot* ayant fait évaporer de l'urine, & ayant expoſé à l'air, pendant pluſieurs mois, le réſidu de cette évaporation, recueillit après cela un ſel de Glaubert : d'où il conclut qu'il regne dans l'air un acide vitriolique, lequel étant uni avec l'urine, donne du ſel de Glaubert.

Outre cela le célebre Chymiſte, dont nous venons de parler, ayant recueilli ſur un lieu élevé, & à découvert, de la pluie qui tomba pendant un furieux orage de l'année 1735 ; il obſerva que cette eau exhaloit une odeur de ſoufre, & qu'elle précipitoit l'huile de chaux ſous la forme d'un *coagulum*, ſemblable à celui qu'on auroit ſi on verſoit ſur cette huile de l'eſprit de vitriol étendu dans une grande quantité d'eau. Le célebre *Groſſe* fit diſſoudre du ſel de tartre dans de l'eau qu'il avoit ramaſſée pendant un orage : ce qui fournit du tartre vitriolé (1).

19°. Les terres, les ſables, s'élevent auſſi dans l'atmoſphere, & s'y diſtribuent tellement, que toute pluie quelconque entraîne toujours avec elle pluſieurs grains de ſable, dont on ne peut la dépouiller que par la voie de la diſtillation. Les montagnes où il ſe trouve des volcans, vomiſſent dans l'air une très grande quantité de cendres qui ſe portent juſqu'à la diſtance de pluſieurs cents milles ; car on a obſervé à Conſtantinople des cendres que le mont Æthna, qui eſt en Sicile, y avoit jettées. On remarque ſouvent que les grands chemins de Naples ſont couverts de pluſieurs pouces de cendres que le Véſuve vomit : quelquefois même ces cendres ſont ſi abondantes, qu'elles pourroient engloutir des Villes, comme on l'a déja obſervé par rapport à la Ville d'Héraclée, qui étoit couverte de 68 pieds de cendres : on a vu même des cendres du Véſuve tranſportées à Rome & au-delà : on en a même vu en Afrique & en Egypte, au rapport de *Dion Caſſius*. On a vu des cendres provenantes d'une montagne du Pérou, nommée Cotopaxi, portées juſqu'à la mer Pacifique, qui eſt en éloignée de 80 milles, & on en voit autour de cette montagne qui ſont répandues à 15 milles de diſtance, où elles couvrent la terre (2).

Il y a une montagne dans l'Iſle de Java, qui eſt connue ſous le nom de montagne Bleue, qui commença à s'embrâſer au mois d'Avril de l'année 1759, qui lança des pierres à la diſtance de 18 milles, & qui envoyoit des cendres juſques dans la Ville de Batavia, & dans les champs circonvoiſins.

Il y a outre cela quantité de terreins ſablonneux : lorſque les vents ſe portent avec violence ſur ces ſortes de terreins, ils enlevent une prodigieuſe quantité de ſable ; ils en forment des nuées, dont ils vont ſe décharger ſur d'autres endroits : ces ſables, par leur chûte, écraſent les endroits où ils

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1737. (2) La Condamine Introd. Hiſt. pag. 160.

tombent

tombent ; ils oppriment les voyageurs, & ils suffoquent. *Quinte-Curce* nous apprend qu'*Alexandre* le Grand éprouva une semblable incommodité dans la Bactriane (Batter) (1). La plus grande partie de cette terre, dit l'Auteur que nous venons de citer, est couverte de sables arides, qui ne sont point propres à nourrir, ni les moissons, ni l'homme : lorsque les vents viennent à souffler du Pont Euxin, ils enlevent tout le sable qui est répandu dans les champs, & lorsqu'ils le rassemblent en un endroit, il y paroît de loin sous la forme de grandes collines ; les traces des anciens chemins s'effacent : & c'est pour cela que ceux qui ont à traverser ces campagnes, sont obligés, de même que les navigateurs, d'observer pendant la nuit le cours des astres, pour diriger sûrement leur route ; & l'ombre de la nuit est presque plus claire en cet endroit que la lumiere du jour : d'où il arrive que ce Pays est impraticable pendant le jour ; parceque le voyageur ne remarque alors aucune trace qui puisse le diriger dans le chemin qu'il doit suivre, & que la splendeur des astres est obscurcie.

Cambyse ayant un jour envoyé une armée vers un endroit consacré à Jupiter Ammon, le vent enleva une si grande quantité de sable, qu'il tomboit sous la forme de neige, il couvrit enfin l'armée, & il l'engloutit.

On observe un phénomene surprenant dans les détroits de la mer Arabique, ainsi que dans l'Arabie, l'Ethyopie : on voit une nuée épaisse & noire, disséminée de petits nuages enflammés qui ressemblent à des fournaises embrâsées : cette nuée obscurcit la lumiere du jour : elle est aussi-tôt suivie d'une forte tempête, qui n'est point, à la vérité, de longue durée ; mais cette tempête fait tomber sur terre & dans la mer une très grande quantité de sable rouge, & les Arabes nous assurent qu'il est arrivé plusieurs fois que ces sables ont englouti des Marchands & des compagnies de voyageurs.

Les Marins ont observé plusieurs fois, que lorsqu'ils sont à quelque distance du Sud du Cap Blanco (qui est situé dans la mer d'Ethyopie, à 21 degrés de latitude boréale), ils sont alors fort incommodés par le sable rouge que les vents élevent du Continent ; que ces sables se portent dans leurs yeux, les aveuglent pour le moment, & les empêchent de voir distinctement les objets, & que les voiles de leurs vaisseaux en sont si fortement couvertes qu'elles paroissent rouges (2).

Van Twist, qui a demeuré pendant long-tems à Guzarath, qui est un Royaume de l'Inde, nous apprend qu'il s'y éleve des nuées de sable & de poussieres qui écrasent les voyageurs sur lesquels elles tombent (3).

Lorsque le vent du Nord souffle à la Véracruz, en Amérique, les toits des maisons y sont écrasés par les sables que ce vent y porte.

On remarque aussi dans la Scanie des sables qu'on appelle dans ce Pays *flyg-sand* : ces sables sont blancs, ou tirant sur le blanc, très fins, & mêlés avec très peu de terre noire : on en remarque sur-tout une plus grande quantité dans les contrées qui sont plus proches du rivage. Or lorsque ces sables sont remués par des vents impétueux, on les voit dans de violentes agitations,

(1) Curtius Lib. 7. cap. 4.
(2) Dampier, Traité des Vents, page 19.
(3) Varenii Geogr. Sect. 6. cap. 21. §. 10. Mandelslo in Itineri. Lib. 1. p. 200.

& ils sont alors tellement agités, qu'ils paroissent sous la forme d'une mer sablonneuse en courroux; ce qui est très dangereux pour ceux qui voyagent dans ces sortes de contrées; car souvent ils ne peuvent découvrir le chemin qu'ils doivent tenir, & ils s'égarent au péril de leur vie (1).

On remarque aussi sur le rivage de Hollande des monceaux de sables très fins & très volatils, qui, cédant aux efforts des vents, se laissent emporter de tous côtés, & couvrent les terres sur lesquelles ils tombent. Les habitans du Comté de Zutphen sont aussi fort incommodés par ces sortes de sables.

On remarque en Basse-Bretagne auprès de S. Pol de Leon, une contrée qui est très proche de la mer, & qui étoit habitée avant l'année 1666, mais qui est actuellement couverte de plus de 20 pieds de sable; l'étendue de ce sable est de 6 lieues: ce sable est très léger; le Nord-est, ainsi que le vent qui souffle du côté du Levant équinoxial, le transporte en grande quantité d'un endroit dans un autre, & il couvre les terres & les maisons sur lesquelles il tombe (2).

20°. Il faut aussi observer que les métaux s'engendrent dans des mines; ils sont pour l'ordinaire combinés avec des parties qui font que l'action d'un feu très léger, suffit pour les volatiliser: or ces parties, qui sont alliées à ces métaux, & qui contribuent à les rendre volatils, sont pour l'ordinaire l'arsenic, l'antimoine, & ces sortes de minéraux qui produisent le zinc (3). Les parties des métaux néanmoins, ainsi que celles des demi-métaux, peuvent devenir volatiles par l'action d'un feu ordinaire, soit que ces parties soient seules & isolées, soit qu'elles soient combinées avec d'autres corps. On remarque en effet, que le plomb, l'étain, le fer, le cuivre, l'antimoine, le zinc, le bismuth, le mercure, se dissipent entierement lorsqu'on les expose pendant long-tems à l'action du feu: cependant l'argent seul & sans alliage ne peut point être détruit par un feu ordinaire & terrestre; mais si on l'allie avec de l'antimoine, on parvient à le volatiliser entierement. L'or résiste aussi au feu terrestre; mais il se volatilise aussi lorsqu'on l'allie avec du foie d'antimoine: il se volatilise aussi lorsqu'on l'expose au foyer d'un miroir ardent. Comme les métaux croissent quelquefois dans des pierres, & qu'on en trouve encore dans des bois fossiles (4), il paroît évidemment que le feu souterrain détache leurs parties dans les entrailles de la terre, les éleve, & qu'elles s'attachent & s'embarrassent dans les corps qui sont les plus proches de la surface de la terre, & conséquemment qu'il n'est pas possible que ces parties métalliques ne s'élevent aussi de la terre dans l'atmosphere.

21°. Il s'éleve outre cela dans l'air une infinité d'autres corps qui viennent des parties intérieures de la terre; il s'échappe, sur-tout du fond des mines métalliques, quantité d'exhalaisons qui rendent pâles ceux qui sont exposés à les recevoir, & qui même nuisent à leur santé & les font périr. *Lucrece* décrit fort joliment ces sortes d'exhalaisons, Lib. 6. v. 807.

M. *Lister* a observé quatre différentes sortes d'exhalaisons qu'on trouve dans les mines de charbon (5). La premiere vapeur est mortelle pour les

(1) Acta Litter. Sueciæ, ann. 1731. p. 9. (2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1731. (3) Crameri Docima. Part. 1. p. 197. (4) Comment. Bonon. Tom. 3. p. 241. (5) Philos. Transf. n. 117. & n. 201.

Mineurs qui la respirent ; elle éteint leurs chandelles : cette vapeur est la même que celle que les François nomment *la pousse*. Personne n'a fait d'expériences plus exactes & des recherches plus suivies sur ces sortes d'exhalaisons, que M. *le Monnier*; il nous en a donné la description dans un Ouvrage intitulé, *Observations d'Histoire Naturelle*, pag. 196. Cette vapeur, selon cet habile Observateur, s'éleve à la hauteur de 5 à 6 pieds dans les fosses qui n'ont point d'ouverture, mais vers l'entrée de la mine, vers l'endroit où elle communique avec l'air extérieur, elle s'éleve rarement au dessus de deux pieds : souvent on la voit ramper sur la surface du terrein, où elle a à peine six pouces d'élévation ; quelquefois elle y forme comme une espece de couche d'un pied & demi d'épaisseur (1).

Cette vapeur n'est point visible ; on ne peut la toucher ni la sentir : elle n'est point inflammable, elle n'est point humide ; on ne la connoît que parcequ'on observe qu'elle fait diminuer la lumiere de la lampe, & qu'elle l'éteint. M. *le Monnier* se tint un jour dans cette vapeur pendant l'espace d'une demi-minute ; il y éprouva aussi tôt une difficulté de respirer : il se sentit comme suffoqué, des larmes lui couloient des yeux, les oreilles lui tintoient, ses sens s'émoussoient : il se retira promptement pour respirer un air plus pur. Les Ouvriers qui travailloient dans ces mines, dirent qu'il avoit ainsi absorbé une grande partie de cette vapeur, puisqu'en s'y plongeant de nouveau, la flamme de sa lampe ne s'y éteignoit point.

Lorsqu'il transportoit sa lampe dans une autre vapeur, elle s'éteignoit aussi tôt de même que si on l'eût soufflée. Lorsqu'il séjournoit pendant un quart-d'heure avec les Mineurs dans des endroits où cette vapeur rampoit à la surface de la terre, leurs habits s'en imbiboient tellement, qu'elle n'étoit plus propre à éteindre la lumiere. On peut aussi la détourner, la chasser, ou changer son caractere en y portant des charbons allumés. M. *le Monnier* pense que cette vapeur détruit le ressort de l'air ; cependant on a observé que la colonne de mercure se tenoit à la hauteur de 26 pouces 8 $\frac{7}{12}$ lignes dans un barometre qu'on y plongeoit, tandis que placé vers la surface de la terre, dans un endroit où il ne s'élevoit point de semblable vapeur, cette colonne n'étoit que de 26 pouces 6 lignes $\frac{7}{12}$; d'où il suit que l'air étoit plus dense dans l'endroit où cette vapeur s'élevoit, parcequ'il y étoit plus comprimé, & M. *le Monnier* n'a apporté aucune expérience, ni aucune preuve qui puisse établir son sentiment. Cet habile Physicien fit tous ses efforts pour dissiper ou pour détruire cette vapeur : il eut recours pour cela à plusieurs expédiens ; mais malgré tous ses soins, elle reparut toujours ensuite.

S'il arrive que quelqu'un soit suffoqué par une telle vapeur, quoique cette personne paroisse morte, on ne connoît point de remede plus puissant & plus efficace, que de lui souffler de l'air fortement, & avec impétuosité, dans la bouche. Il faut réitérer plusieurs fois cette opération : il arrive très souvent qu'on rétablit par ce moyen le mouvement du poumon & du cœur, & qu'on rappelle à la vie une personne qu'on croyoit morte. Ce fut par une pratique semblable qu'on fit revenir en Ecosse un homme qui avoit été suffoqué par des exhalaisons dangereuses.

(1) Bibliotheq. raisonn. ann. 1747, Part. 2. p. 63. Le Monnier, Obs. d'Hist. Nat. p. 196.

Browallius nous a donné, dans les Actes de l'Académie de Suede, la description d'une vapeur mortelle qui s'éleve d'une mine nommée Qwekna, située en Norwege : cette vapeur forme une pellicule sur la surface de l'eau qui rampe dans cette mine : on regarde cette pellicule comme mortelle, lorsque quelqu'un est assez hardi pour la rompre avec un bâton. L'Histoire rapporte que trois Mineurs ayant été suffoqués par cette vapeur, leurs cadavres conserverent la même flexibilité qu'ils auroient eu s'ils avoient été animés, mais qu'il sortit de leur bouche une puanteur insoutenable. Lorsqu'on applique de cette vapeur sur le bord des levres ; elle n'y fait aucune sensation, elle est dépourvue de toute saveur, mais les lumieres s'éteignent aussitôt qu'on les plonge dedans.

On observe aussi des exhalaisons mortelles auprès de Montpellier, dans un endroit qu'on nomme *Perraults* : lorsqu'il pleut sur ce terrein, on le voit couvert d'ébullition. Si on pose deux tonneaux l'un sur l'autre, & qu'on les place sur ce terrein, la vapeur qui s'en éleve les remplit insensiblement, & alors elle se fait remarquer ; car on voit que l'air qui remplit ces tonneaux a beaucoup moins de transparence que celui qui les avoisine. On peut aussi rassembler cette vapeur dans une bouteille dont le col soit large ; si on la ferme ensuite, cette vapeur s'y conserve long-tems : si on veut transvaser cette vapeur de cette bouteille dans une autre, on ne la voit point couler ; mais on s'assure de sa présence en y plongeant des chandelles allumées jusqu'au fond : on les voit alors s'éteindre. Lorsqu'une bouteille est remplie de cette vapeur, elle y séjourne avec assez d'opiniâtreté, & elle ne se dissipe point quoiqu'on laisse la bouteille débouchée pendant long-tems ; car on remarque que si on jette dedans des souris, des loirs, ou des oiseaux ; ils y périssent sur-le-champ. Cette vapeur néanmoins n'a aucune odeur ; mais sa saveur est un peu acide.

Ces sortes de mophetes qui s'élevent ainsi, ont coutume de faire perdre à l'air la propriété de propager le son ; de sorte qu'on a vu des chats, & même des hommes, tomber dans des puits où il se trouvoit de semblables exhalaisons qui ne pouvoient point se faire entendre de ceux qui étoient au haut sur le terrein.

Ces sortes d'exhalaisons pénetrent sur le champ le corps des animaux, & ne s'en échappent pas promptement. En effet, lorsque *Sarran*, fils d'un célebre Chirurgien, fut descendu dans un puits de cette espece, s'étant muni auparavant d'eau de la Reine de Hongrie, il fut tellement pénétré de l'exhalaison qui s'y élevoit, que, quoiqu'il se fût lavé avec de l'eau de genievre, & qu'il se fût dépouillé de tous les vêtemens qu'il avoit alors, cela n'empêcha pas qu'il ne répandit autour de lui, & pendant l'espace de deux semaines, l'odeur qu'il avoit contractée dans ce puits, qui étoit une odeur sépulcrale.

On trouve aussi plusieurs salines qui exhalent des vapeurs sulfureuses & malignes ; telles sont une saline qui est auprès de la Ville de Rheine, dans le Diocese de Munster : une autre qui est dans la principauté de Minden : telles sont celles qu'on nomme Pochnia & Wiliczka en Pologne (1)

(1) Hist. de l'Acad. de Berlin, ann. 1757, p. 105.

Il y a encore d'autres exhalaiſons qui s'échappent des mines, & qui, lorſqu'elles ſont enflammées, agiſſent avec tant d'activité, qu'elles jettent & qu'elles lancent fort loin d'elles tout ce qu'elles rencontrent ſur leur paſſage. On pourroit citer quantité d'obſervations pour confirmer cette vérité; je me contenterai d'en rapporter quelques-unes ſeulement.

Sibbaldus rapporte qu'il arrive ſouvent dans les mines de charbons, qui ſont très fréquentes en Ecoſſe, que les Ouvriers y ſoient brûlés par le feu ſouterrain qui s'y développe, & qu'ils y ſoient très dangereuſement bleſſés: on remarque dans ces ſortes de circonſtances une flamme très active, & qui s'agite en produiſant beaucoup de bruit. *Bergerus* nous rapporte un fait ſemblable (1), arrivé dans un Village nommé Sulbek en Allemagne. Je ſais qu'il eſt arrivé de nos jours un ſemblable accident à Mulheim.

Des Mineurs ayant commencé à travailler à une mine dans un Comté d'Angleterre, nommé Flint, il ſortit de l'ouverture de cette mine des flammes qui reſſembloient à des traits. Ces Ouvriers ayant interrompu l'ouvrage au bout de trois jours, y deſcendirent enſuite: un d'eux porta imprudemment une chandelle allumée dans des exhalaiſons inflammables; elles s'allumerent alors avec tant d'impétuoſité, qu'elles détonnerent comme un canon, avec cette différence que le ſon en étoit plus aigu, & qu'il pouvoit ſe faire entendre à la diſtance de 15 milles: il s'éleva auſſi-tôt de cet endroit une fumée qui s'étendit circulairement, & qui obſcurcit le ciel: ceux des Mineurs qui étoient deſcendus les premiers, furent portés avec impétuoſité contre différens obſtacles, & furent briſés: leur peau étoit tachetée de même que ſi elle avoit été battue de verges; celui qui portoit la lumiere, & qui fut la cauſe de cet incendie, fut pouſſé au-dehors de la mine, & élevé au-deſſus des arbres qui étoient plantés vers le milieu de la montagne: les habits & les cheveux des uns & des autres furent déchirés, arrachés & jettés pêle-mêle dans les champs voiſins; la machine de rotation qui étoit établie au-deſſus de la mine, ainſi que la corde & l'hémine, tout fut en partie briſé, & en partie lancé dans les airs (2).

On pourroit en quelque façon douter ſi les exhalaiſons pénetrent les pierres pour s'élever enſuite dans l'atmoſphere. On réſoudra néanmoins cette queſtion, ſi on conſidere que les pierres ſont très poreuſes, & que les exhalaiſons ſont ſouvent très ſubtiles, & conſéquemment que les pierres peuvent aiſément leur livrer paſſage. *Browne* remarqua dans une mine de Hongrie un rocher qui étoit très dur, & que les Ouvriers ne pouvoient percer avec leurs inſtrumens; néanmoins ce rocher livroit paſſage à des exhalaiſons tout-à-fait malfaiſantes (3). Or d'après cette obſervation & d'autres ſemblables, nous ne doutons nullement de ce qu'on rapporte au ſujet de certaines exhalaiſons qui s'élevent de différentes foſſes, & qu'on dit être mortelles: telles ſont celles qu'on obſerve à Cames, celles qu'on remarque en Syrie, dont *Lucrece* nous a donné la deſcription (4).

On remarque une montagne en Phrygie, ſur le ſommet de laquelle on

(1) Erlautering der Natur. Part. 1. Obſerv. 1. (2) Journ. des Sav. ann. 1678, pag. 233. (3) Journal des Savans, année 1682, pag. 116. (4) Lucret. Lib. 6. v. 740.

voit une ouverture très profonde, d'où il sort une vapeur pestilentielle, qui fait mourir tous ceux qui la respirent; cependant *Strabon* & *Pline*, Lib. 2. cap. 93, rapportent quelques exceptions à cet accident. *Pline* rapporte plusieurs phénomenes semblables, & cite plusieurs endroits.

Il y a un antre en Hongrie qui exhale des vapeurs mortelles, sulfureuses, & si subtiles, qu'elles échappent à la vue; elles se font jour à travers une eau acidule, qui n'en devient point mortelle pour cela. Nous devons cette observation à *Belius*, qui, voulant examiner plus scrupuleusement les effets de cet antre, retint pendant quelque tems sur son ouverture un poulet qu'il avoit attaché au bout d'un bâton; le poulet mourut sur-le-champ, & lui-même voulant s'approcher plus près de la caverne, il respira une exhalaison qui commençoit à le suffoquer: il déchargea ensuite un mousquet dans cette caverne, & il en vit sortir pendant plusieurs heures des exhalaisons qui paroissoient sous la forme d'une fumée, & qui sentoient fortement le soufre. Consultez à cet égard les Trans. Philos. n. 452, & George Agricola, Lib. 4.

J'ai déja parlé, en traitant de l'air, de la Grotte du chien, &c.

Le Comte *de Marsily* parle d'une semblable exhalaison qu'on observe en Hongrie (1). On trouve dans le Comté de Neuheusel, près d'Altheusel, une ouverture d'où sort une exhalaison empestée, qui fait mourir ceux qui la respirent, de même que celle qui s'éleve de la Grotte du chien: on découvrit ce phénomene, parcequ'on trouvoit souvent dans cette Grotte des oiseaux qui y étoient morts.

On remarque une semblable ouverture, dont les exhalaisons sont mortelles, en Transylvanie, auprès de la Province Crik, à peu de distance d'un Bourg nommé Accida.

En 1737 le Vésuve, depuis son sommet jusqu'à son pied, laissa échapper de ses différentes parties, des exhalaisons dangereuses; ces exhalaisons sortoient de ses crevasses & s'élevoient, sous la forme d'un vent froid, jusqu'à la hauteur de trois palmes ou environ: on voyoit alors les serpens qui rampoient sur ce terrein, qui s'évanouissoient après avoir fait quelques pas; lorsque ces exhalaisons traversoient les pâturages, les bestiaux mouroient sur-le-champ (2). Souvent ce volcan jetta une matiere qu'on appelle *laves*; dès que cette matiere séjourne dans un endroit, elle s'y trouve remplie d'une moffete mortelle: cette matiere coule toujours dans les endroits les plus bas.

Cardan rapporte qu'il a été témoin du fait suivant. Une personne présidoit à la construction d'un égoût voûté; après 20 jours de travail on retiroit les échaffauds: cette personne descendit avec une échelle dans l'égoût; elle ne fut pas plutôt parvenue vers le milieu du chemin qu'elle avoit à faire, qu'elle tomba morte: le même accident arriva encore à deux autres personnes; ce qui venoit des exhalaisons mortelles qui s'élevoient de cet endroit (3).

(1) Marsiglius de Danubio, Tom. 1. pag. 94.
(2) Philos. Transf. n. 455. Neapol. Scient. Acad. de Vesuvii Conflag. Comm. Cap. 6.
(3) Cardanus de Rerum Varietat. Lib. 1. cap. 10. p. 26.

On creusoit un puits dans une Isle nommée Wight; les Ouvriers trouverent à 18 pieds de profondeur une couche parsemée de minéraux, épaisse de 9 pouces: ils creuserent néanmoins au-delà; mais après 12 jours de travail, il sortit de la couche minérale une chaleur semblable à celle qu'on éprouve devant la bouche d'un four: le jour suivant le fossoyeur descendant dans le puits, tomba en foiblesse lorsqu'il fut parvenu vers cette couche, il tomba aussi-tôt, & mourut sur-le champ: on y fit descendre quelqu'un qui étoit attaché à une corde; dès qu'il fut parvenu vers la couche, il tira fortement la corde; mais dès qu'il fut descendu jusqu'au fond, il tomba en défaillance; il y fit plusieurs convulsions pendant l'espace d'un quart-d'heure, & il expira enfin. Un troisieme y descendit renfermé dans un vaisseau; dès qu'il fut parvenu vers le même endroit, il se mit à crier: on le retira promptement; il parut aussi pâle que s'il étoit mort, & il fut près d'une demi-heure sans pouvoir parler. Quelque tems après il s'éleva de ce puits une vapeur blanche, épaisse, semblable à une nuée blanche, qui portoit avec elle une odeur de soufre qu'on ne pouvoit supporter, de sorte qu'on fut contraint de combler ce puits avec de la terre (1).

Il est certain que toutes les exhalaisons mortelles, fœtides, qui s'élevent de la terre & des mines, ne sont point semblables entr'elles, mais qu'elles sont tout-à-fait différentes les unes des autres: en effet, il peut y avoir des exhalaisons très différentes qui soient dangereuses à respirer: bien plus, celles qui sont dangereuses à l'homme, peuvent ne le point être aux autres animaux. La peste qui étoit répandue sur les bœufs, qui a duré si long-tems en Hollande, & qui y a fait périr tant de bœufs, ne fut point dangereuse, & n'attaqua point les chevaux, les moutons, les cochons, les hommes, ni les oiseaux: il arrive souvent que la peste fasse périr bien des hommes, & qu'elle n'attaque nullement les autres animaux. Quoi qu'il en soit, ces différentes exhalaisons s'élevent toutes dans l'atmosphere, où elles produisent les météores & leurs causes.

Souvent ces sortes d'exhalaisons qui s'élevent de certains endroits sur la surface de la terre, y causent quantité de maladies, que les Médecins ne guérissent que très difficilement; parcequ'ils ignorent la constitution, ou la nature de ces exhalaisons.

Il paroît par tout ce que nous venons de dire, que tout ce que l'Art ou la Chymie peut produire, soit par la fermentation, la putréfaction, la dissolution, le frottement, la trituration, l'effervescence & l'action du feu, que tout ce qu'elle peut rendre volatil, soit qu'il soit renfermé dans des vaisseaux, soit qu'il pénetre leurs pores par sa subtilité, soit qu'il imite même le fluide élastique aërien; tout cela peut être aussi produit par la Nature, qui met tous ces différens moyens en œuvre, qui volatilise tout: l'atmosphere peut donc être regardée comme une espece de laboratoire le plus parfait & le mieux garni qu'on puisse voir, & dans lequel il se rassemble beaucoup plus de différens esprits, d'huiles, de sels, d'eaux, & d'autres corps que dans aucun de nos laboratoires, & où l'on trouve différens produits, tels que personne n'en a jamais vu, ni même connu.

(1) Philos. Trans. n. 450.

22°. Il y a encore outre cela dans l'atmoſphere un grand nombre de petites plantes, comme des moiſiſſures de différentes couleurs, blanches, vertes, qui ſe dépoſent ſur les fruits, le fromage, les jus de viande, le vin du Rhin, &c: ces moiſiſſures tirent leur aliment des ſubſtances qu'elles couvrent; elles croiſſent ſur ces ſubſtances, elles les privent de leurs parties les plus ſapides, de celles qu'on regarde comme les meilleures: ce qui fait qu'elles contractent à la longue une mauvaiſe odeur. Les ſemences de ces moiſiſſures, qui ſont très délicates & en grande abondance, pénetrent les bois, tels que les tonneaux de chêne, dans leſquels on renferme le vin; les lieges, les linges, les papiers, &c. Voici une ſingularité que j'ai obſervée par rapport à ces moiſiſſures: ayant verſé du jus de viande dans une fiole, dans laquelle je mis par-deſſus de l'eau bouillante; & ayant laiſſé outre cela pendant quelque tems cette fiole dans de l'eau bouillante, je la fermai exactement avec un bouchon de verre: or malgré toutes ces précautions, j'apperçus de petites moiſiſſures qui s'élevoient cinq ſemaines après ſur la ſurface du jus. J'eus occaſion de voir quelque tems après le célebre *Montius*, qui me dit avoir obſervé la même choſe (1). Mais ſi, lorſqu'on fait cette expérience, on plonge pendant long-tems la fiole dans l'eau bouillante, & qu'on l'y plonge juſqu'au haut du goulot, on ne voit point de ſemblables moiſiſſures, ſi on a eu le ſoin de la boucher exactement.

Les mouſſes ſont auſſi des eſpeces de plantes plus grandes que celles dont nous venons de parler; elles s'attachent à l'écorce des arbres, aux tuiles, aux pierres, aux rochers: leurs ſemences qui ſe dérobent à la foibleſſe de nos yeux, & que nous ne pouvons voir qu'à l'aide de quelques fortes loupes, flottent & voltigent dans l'atmoſphere; & lorſqu'elles s'attachent à quelques matrices convenables, elles y croiſſent.

Les champignons abandonnent auſſi leurs ſemences qui ſont très fines & très délicates; elles s'élevent dans l'air, elles y flottent, elles y tombent, & elles s'attachent ſur différentes ſubſtances ſur leſquelles elles croiſſent promptement.

Mais de toutes les ſemences des plantes, les plus volatiles ſont les maſculines; celles qui ſe préſentent ſur le ſommet des étamines des fleurs des plantes, & que nous y obſervons ſous la forme de petites farines de différentes couleurs, jaunes, rouges, brunes, &c. Ce ſont les vents, la pluie, qui détachent ces ſemences des étamines, & qui les tranſportent dans l'atmoſphere & dans des endroits très éloignés de ceux qui les ont vu naître: or chaque petite particule de cette eſpece de farine eſt une capſule qui renferme une quantité prodigieuſe de petites ſemences cent mille fois plus petites. Ces petites ſemences tombent & flottent dans l'air lorſque la capſule eſt mûre: on peut les examiner à l'aide d'un bon microſcope, lorſqu'elles ſont humectées avec de l'eau. Or ces petites ſemences qui flottent dans l'atmoſphere, peuvent produire de très grands & de différens effets dans la nature: par exemple, lorſque la vigne eſt en fleurs, le vin qu'on conſerve dans des tonneaux, eſt, pour l'ordinaire, diſpoſé à fermenter de nouveau; auſſi les Vignerons ont grand ſoin alors de fermer exactement les celliers, ou d'obvier à cette

(1) Comment. Bonon. T. 3. p. 43.

nouvelle

nouvelle fermentation, en faisant brûler du soufre dans les endroits où ils conservent leur vin : il peut se faire que cette tendance à la fermentation, qu'on remarque alors dans le vin, vienne des petites semences très fines de la vigne, qui, détachées par le vent, des farines des étamines de cette plante nagent dans l'atmosphere, sont emportées dans des contrées très éloignées du lieu où elles ont pris leur origine : ces semences transportées par les vents dans des celliers, pénetrent les tonneaux, se mêlent avec le vin, lui donnent un certain mouvement, & le disposent à fermenter, ainsi que l'a très ingénieusement soupçonné le célebre *Needham*, dans son Traité d'Observations microscopiques, page 76. Nous ne savons point encore, à la vérité, ce que peuvent produire, par rapport aux météores, ces petites plantes, ces semences dont l'atmosphere est toujours remplie; mais nous n'ignorons pas que tout ce qui fait partie de l'Univers matériel, a une liaison intime, que chaque chose a des rapports avec toute autre, & que rien n'est inutile : il peut même se faire que ces petites plantes, que ces petites semences servent d'alimens à de petits animaux, que leur délicatesse dérobe à nos recherches; il peut se faire qu'elles soient la cause de la fertilité ou de l'infertilité de plusieurs végétaux : il peut encore arriver qu'elles soient la cause de plusieurs maladies ou de plusieurs autres phénomenes relatifs à l'économie animale.

23°. Il se trouve aussi dans l'atmosphere une infinité de petits animaux, qui, trouvant dans cet élément la nourriture qui leur est propre, y croissent promptement. En effet, si on expose à l'air libre des fioles de verre remplies d'eau, dans lesquelles on a renfermé des plantes de différentes especes, lorsque ces plantes commenceront à pourrir, & qu'elles sentiront mauvais, on trouvera dans cette eau une infinité de petits insectes : on en trouve dans le pain, dans le levain, dans le jus des viandes, dans des viandes qu'on met pourrir dans l'eau, dans le vinaigre, mais sur-tout dans la biere aigrie : on y trouve un nombre prodigieux de petites anguilles, qu'on ne peut, à la vérité, bien distinguer qu'à l'aide d'un microscope. *Mentzelius* prétend que ces petites anguilles deviennent mouches, & que ces mouches se font aisément jour par les pores des tonneaux.

Il peut survenir différens phénomenes lorsque ces différens insectes sont plus abondans dans une année que dans une autre; ils peuvent occasionner différentes maladies, soit aux hommes, soit aux animaux, ainsi que *Hartsoeker* & *de Réaumur* l'ont ingénieusement soupçonné.

§. MMCCLXXXVI. On voit quelquefois flotter dans l'air de fort grandes files d'exhalaisons, qui sont d'une seule & même espece; telles sont les vapeurs qui s'élevent de l'Océan, celles qui viennent des grands lacs, ainsi que celles que produisent les grands fleuves : il faut encore ranger dans cette classe ces exhalaisons qui s'elevent des grandes pieces de bled : celles qui proviennent de ces immenses forêts où les arbres sont de même espece, les fumées produites par les charbons de terre, & les autres substances combustibles qui s'élevent fort haut au-dessus des grandes Villes. C'est pour cette raison que, lorsqu'on regarde de loin ces Villes, elles paroissent comme enveloppées d'une fumée épaisse; celles qui s'élevent des montagnes ardentes, qui donnent issue à des volcans, sont encore beaucoup plus étendues :

elles couvrent une très grande partie du ciel. Or ces exhalaisons, ces fumées, lorsqu'elles sont élevées dans l'atmosphere, different seulement, quant à la figure qu'elles avoient avant de s'élever, en ce que de corps solides qu'elles étoient, elles sont devenues fluides, ou en ce que de fluides denses qu'elles étoient, elles ont été réduites en un fluide plus rare, & dont les parties se trouvant alors séparées les unes des autres, peuvent flotter dans l'air, & y demeurer suspendues : elles doivent par conséquent avoir conservé plusieurs des propriétés qu'elles avoient auparavant ; savoir, celles qui n'ont point pu être changées par leur raréfaction : elles auront donc aussi les mêmes forces qu'elles avoient déja lorsqu'elles étoient encore un corps solide, ou un fluide plus dense ; & ces forces seront aussi les mêmes que celles qu'elles auront dès qu'elles se retrouveront changées en une masse semblable.

§. MMCCLXXXVII. Ces amas de vapeurs ou d'exhalaisons d'une même espece, qui s'élevent dans l'atmosphere, sont poussées par le vent d'un lieu en un autre, où elles rencontrent d'autres parties de différente nature, qui se sont aussi élevées dans l'air, & avec lesquelles elles se confondent : il faut donc qu'il naisse alors de ce mêlange les mêmes effets, ou des effets semblables à ceux que nous pourrions observer, si nous pouvions atteindre à faire de semblables mêlanges ; mais nous n'avons encore fait que très peu de progrès sur ces sortes de mêlanges ; car les corps qu'on a divisés en leurs parties, & mêlés ensuite ensemble, sont jusqu'à présent en très petit nombre. Or puisque l'atmosphere contient des parties de toutes sortes de corps terrestres, qui y nagent & qui s'y rencontrent, il faut que leur mêlange y produise un grand nombre d'effets que l'Art n'a pu encore nous découvrir, & dont nous n'avons pas même vu de semblables jusqu'à présent ; par conséquent il doit naître dans l'atmosphere une infinité de phénomenes que nous ne saurions encore, ni comprendre, ni expliquer clairement. Il ne seroit cependant pas impossible de parvenir à cette connoissance, si on faisoit un grand nombre d'expériences sur les mêlanges : il faut néanmoins convenir qu'on ne pourra jamais conduire à sa perfection ce point de doctrine ; puisqu'un petit nombre de corps est susceptible d'une infinité de combinaisons, comme il paroît évident à quiconque connoît le calcul des combinaisons. Il est donc entierement hors de doute que les météores doivent produire un grand nombre de phénomenes dont nous ne comprendrons jamais bien les causes. Pour se convaincre du nombre prodigieux de mêlanges qu'il faudroit faire, considérons ce que *Mersenne* (1) & *Frenicle* (2) nous ont appris sur les combinaisons. Supposons seulement que nous voulussions faire tous les mêlanges qu'on peut faire avec six choses différentes : c'est précisément la même chose que si nous voulions faire subir toutes les combinaisons possibles à six lettres de l'alphabet : or ces six lettres sont susceptibles de 720 combinaisons différentes ; par conséquent si on veut mêlanger autant que faire se peut six choses différentes, il faudra faire 720 mêlanges : suivant ce même calcul, si on vouloit faire subir toutes les combinaisons possibles à 20 choses différentes, il faudroit faire 2432902008176640000 combinaisons.

§. MMCCLXXXVIII. L'expérience démontre que plusieurs combinaisons

(1) Harmon. p. 116, 117. (2) Ouvrages adoptés, p. 46.

faites d'un grand nombre de choses différentes, peuvent produire des mouvememens semblables, tels que des mouvemens d'effervescence, de précipitation, de chaleur, d'incendie, de fermentation, de putréfaction, de froid, de congélation, &c.

D'où il suit que quantité d'exhalaisons différentes peuvent, par leur mélange & leurs différentes combinaisons, produire dans l'atmosphere des phénomenes semblables : il peut se faire que différentes exhalaisons produisent des nuages aussi épais ou aussi légers, aussi diaphanes ou aussi opaques les uns que les autres, & conséquemment que les mêmes phénomenes, ou au moins que de semblables phénomenes ne dépendent pas pour cela de la même cause.

§. MMCCLXXXIX. Comme il arrive quelquefois de violens tremblemens de terre qui font fendre & crever de grosses croûtes pierreuses, & que ces croûtes empêchoient les exhalaisons & les vapeurs de certains corps qui se trouvoient au-dessous, de s'échapper & de s'élever dans l'atmosphere, dès que ces croûtes sont rompues, ces exhalaisons trouvant alors un passage libre, s'élevent dans l'air, & y produisent de nouveaux phénomenes qu'on n'avoit point encore observés, & dont on n'avoit point encore entendu parler. Ces phénomenes dureront donc aussi long-tems que subsistera la cause qui les produit, & ils cesseront dès que cette cause sera détruite, ou consommée, ou qu'il surviendra dans les entrailles de la terre un nouveau mouvement propre à changer sa disposition actuelle & à en faire naître une nouvelle.

§. MMCCXC. Cela ne pourroit-il pas servir à nous faire comprendre pourquoi certains siecles sont plus fertiles que d'autres en phénomenes extraordinaires qui se manifestent dans l'atmosphere? Les différentes révolutions qu'on observe par rapport aux aurores boréales, semblent confirmer cette idée. Ce phénomene qu'on n'observoit point & qu'on ne connoissoit point depuis 1629 jusqu'en 1716 dans la partie la plus cultivée de l'Europe, est devenu très fréquent depuis 1716 jusqu'à présent ; de sorte que j'en ai observé jusqu'à 50 dans l'espace d'une année : mais elles sont devenues moins fréquentes depuis l'année 1758.

§. MMCCXCI. Chaque contrée aura aussi ses météores particuliers ; puisqu'ils dépendent des exhalaisons qui s'élevent dans différentes régions, & qui varient suivant la situation du lieu, qui peut être très élevé ou très bas, suivant qu'elles proviennent, des forêts, des montagnes, des marais, des fleuves, de la mer, d'un endroit où la latitude est différente, & qu'elles varient enfin suivant quantité d'autres circonstances particulieres à chaque contrée. Pour donner une théorie exacte des météores, il seroit nécessaire que chacun les observât avec attention dans son Pays, & qu'il en donnât une description exacte. Mais on ne doit point tirer de conclusion générale sur les observations qu'on fait dans un endroit, à moins qu'on n'ait consulté auparavant celles qui auront été faites dans d'autres régions éloignées. Il est très certain que les mêmes météores varient suivant les différentes régions où ils prennent naissance ; je n'en donnerai qu'un seul exemple, que je prendrai de la rosée : or la rosée est bien différente en Allemagne, en France,

en Hollande, & même on a observé qu'elle n'étoit pas la même à Utrecht & à Leyde, comme je le démontrerai par la suite.

On remarque en Hollande qu'il y a un mêlange de pluie & de sécheresse, de sorte qu'on observe rarement 8 jours de suite sans pluie; on en observe encore plus rarement 14: on ne voit peut-être jamais qu'un mois entier se passer sans qu'il pleuve; ou si on l'observe, cela n'arrive peut-être qu'une fois dans l'espace d'un siecle.

Au contraire en Syrie, à Alep auprès de l'Euphrate, on voit assez communément trois mois d'été sans pluie; & si nous considérons avec attention les observations météorologiques que le savant *Russel* (1) a fait en cet endroit, & que nous les comparions avec celles que nous faisons en Hollande, nous verrons qu'elles sont bien différentes les unes des autres. Si nous consultons la description de l'ancienne Groenlande, que *Hans Egede* nous a donnée (2), nous verrons combien les météores de cet endroit sont différens des nôtres. Dans le golfe Disce, dit cet Historien, qui est à 68 degrés de latitude, les habitans n'ont point à se plaindre de la pluie ni des tempêtes; car pour l'ordinaire le ciel demeure serein & constamment le même pendant tout l'été: mais aussi dès que le ciel devient orageux, lorsque le vent du Sud ou du Sud-Ouest vient à souffler, ce vent est toujours furieux, & la tempête ne cesse que lorsque le zéphyr ou le vent du Nord commence à souffler. Il est aussi important de consulter les observations qu'*Ulloa* (3) a faites au Pérou sur les météores, de les comparer avec les nôtres, & de voir combien ils sont différens. On observe souvent au Pérou, que le ciel est très serein avant midi; que le soleil y luit avec toute sa splendeur, sans y être obscurci par aucun nuage; mais ce phénomene ne subsiste que jusques vers les deux heures après midi. On voit alors des vapeurs qui commencent à s'élever, le ciel se couvre de nuages épais & noirs, qui produisent aussi-tôt une forte tempête: les éclairs partent avec abondance, le tonnerre gronde avec une force étonnante; une pluie large & copieuse tombe avec impétuosité, inonde les campagnes, les chemins paroissent changés en autant de torrens, & ce phénomene subsiste jusqu'au coucher du soleil; car le ciel devient alors aussi serein qu'il l'étoit avant-midi. Il arrive cependant quelquefois que la pluie continue pendant la nuit & pendant toute la matinée du jour suivant; de sorte qu'on voit quelquefois tomber la pluie pendant 3 ou 4 jours de suite; il arrive quelquefois aussi que le ciel demeure serein pendant plusieurs jours, & qu'il ne tombe aucune pluie pendant tout ce tems: mais les observations exactes qu'on a faites dans ce Pays, nous font voir que $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ partie des jours de l'année, est un mêlange de pluie & de beau tems.

§. MMCCXCII. Tout ce qui s'éleve de la terre dans l'air, est connu sous le nom de vapeur ou d'exhalaison. Les vapeurs sont composées de parties aqueuses & humides. Les exhalaisons sont composées de parties subtiles de toutes sortes de corps, tant solides que fluides, lesquels ne sont cependant, ni aqueuses, ni humides.

(1) Natural History of Aleppo. (2) Hans Egede de Groenlandia. Cap. 4. (3) Ulloa, Voyage au Pérou. Liv. 5. ch. 6. p. 240.

§. MMCCXCIII. Nous avons fait ci-dessus le détail de quantité de corps qui s'élevent dans l'atmosphere : or toutes ces exhalaisons sont-elles assez abondantes & en assez grande quantité pour fournir à la matiere des météores ? C'est ce que nous allons examiner par la voie du calcul : ces sortes de calculs ne sont point absolument exacts & rigoureux ; mais ils suffisent au défaut de plus exacts, que nous ne sommes point à portée de faire.

Commençons par les vapeurs, & comparons celles qui s'élevent avec celles qui tombent, c'est-à-dire, avec la pluie : si nous trouvons que la quantité des unes & des autres soit égale, nous pourrons conclure que les vapeurs qui s'élevent fournissent les pluies qui arrosent la surface de la terre. On observe que la quantité de pluie qui tombe en un an à Leyde, forme une surface de 24 pieds de profondeur ; elle est quelquefois plus, quelquefois moins abondante, suivant que l'année est plus pluvieuse ou plus seche.

Pour connoître la quantité de vapeurs qui s'élevent dans une année, je me suis servi d'un vase de plomb de 18 pouces de hauteur, qui avoit la forme d'un parallélipipede quadrangulaire, & ouvert supérieurement : chaque côté de cette ouverture étoit de 6 pouces. Je fis placer ce vase dans mon jardin, mais dans un endroit où il fût à l'ombre, & j'eus soin qu'on le remplît tous les jours d'eau jusqu'à deux pouces près de son orifice : je comparois soigneusement les observations que je faisois sur l'évaporation, avec la quantité d'eau qui tomboit, que je mesurois à l'aide d'un vase ou hyerometre placé à côté du premier dont je viens de parler ; & pour empêcher que les oiseaux ou les chats ne vinssent boire dans ces vases, & conséquemment ne rendissent mes observations défectueuses, je les fis couvrir avec un grillage fait avec des cordes de clavecin, dont les mailles étoient assez larges. Or ayant fait à Utrecht ces observations pendant plusieurs années consécutives, je trouvai que l'évaporation de l'eau comprise dans le premier vase, alloit à 29 pouces rhenan dans l'espace d'une année : lorsque les années étoient seches, l'évaporation alloit plus loin, & elle alloit aussi au-dessous de 29 pouces lorsque les années étoient humides ; mais en prenant le milieu entre les deux extrêmes, je trouvai qu'il falloit compter sur 29 pouces par an. *Sedileau* a fait en France de semblables observations (1), & il a trouvé à-peu-près les mêmes résultats. M. *Halley* plaça un bac rempli d'eau dans l'intérieur du College de Gresham, de façon qu'il ne fût exposé, ni au soleil, ni au vent, & il ne trouva que 8 pouces d'eau évaporée dans le courant d'une année. Le résultat de M. *Halley* est de beaucoup inférieur au nôtre (2). Attachons-nous néanmoins au sien par préférence, & calculons, d'après cela la quantité de vapeurs qui s'élevent de la mer ; puisque ce sont ces vapeurs qui forment les nuées, & que ces nuées fournissent les pluies qui tombent sur la surface de la terre ; supposons donc qu'il ne s'éleve en vapeurs chaque jour que $\frac{1}{10}$ de pouce d'eau, il est constant qu'il s'en éleve une plus grande quantité pendant les jours d'été, & qu'il s'en éleve moins pendant l'hiver, & c'est pour cette raison que je prends ici une quantité moyenne. Cela posé, une partie de la surface de la mer de 10 pouces quarrés, laissera évaporer par jour un pouce cubique d'eau ; supposons maintenant qu'un mille de Hollande ait

(1) Mém. Mathem. & Phys. ann. 1692. (2) Transf. Philos. n. 189.

15000 pieds de longueur, un mille quarré sera de 225000000 pieds quarrés; mais un pied en quarré contient 144 pouces quarrés; par conséquent un mille quarré contient 32400000000 pouces quarrés: or comme 10 pouces quarrés exhalent un pouce cubique, un mille quarré doit exhaler 3240000000 pouces cubiques; mais 1728 pouces cubiques font un pied cubique; par conséquent si on divise le nombre trouvé par 1728, le quotient sera 1875000, qui exprimera le nombre de pieds cubiques d'eau, qu'un mille quarré exhale par jour. Or ce premier calcul fait, supposons que la Méditerranée ait 45 degrés de longueur, & 10 degrés seulement de largeur, ce qui est beaucoup au-dessous de ses véritables dimensions, elle aura donc, dans cette supposition, 450 degrés de surface; mais chaque degré est de 30 milles de Hollande, par conséquent 900 milles de Hollande font un degré quarré: d'où il suit que 450 × 900 = 405000 milles de Hollande, qui égalent la surface de la mer Méditerranée; mais comme une surface d'eau, dont les dimensions égalent un mille de Hollande, exhale chaque jour 1875000 pieds cubiques d'eau: la mer Méditerranée exhalera donc par jour 1875000 × 450 × 900 = 759375000000 pieds cubiques d'eau. Il faut remarquer ici que nous n'avons considéré qu'une petite mer; car si nous jettons les yeux sur les mappemondes, nous verrons que près de la moitié de la surface de la terre est couverte d'eau, & conséquemment que si chaque partie de la surface des mers exhale une même quantité d'eau, il s'élevera chaque jour dans l'atmosphere une quantité de vapeurs qui surpassera toute créance: or si ces vapeurs qui s'élevent habituellement, ne retomboient pas sur la terre sous la forme de pluie, il est constant que l'atmosphere seroit actuellement remplie de nuées que les vapeurs forment; que les rayons du soleil ne pourroient plus pénétrer jusqu'à notre globe, & y porter leur chaleur bienfaisante.

§. MMCCXCIV. Il faut aussi examiner actuellement la quantité d'autres exhalaisons qui s'échappent des corps qui font partie de notre globe; presque toute la surface de la terre est couverte de plantes, à la nourriture desquelles elle fournit: elle est couverte d'immenses forêts, si nous en exceptons quelques déserts, qui ne sont couverts que de sables arides. Or les plantes exhalent une quantité prodigieuse de vapeurs, & envoient dans l'atmosphere quantité d'autres exhalaisons. En effet, suivant les observations du célebre *Halles* (1), un tournesol de 3,5 pieds de hauteur, exhaloit en 12 heures 1,25 ℔ de vapeurs; c'est-à-dire, presqu'autant que le soleil peut en élever dans l'espace d'un jour d'une surface d'eau de 3 pieds en quarré. Une feuille d'un arbre connu sous les noms de *fustet ordinaire*, *coggygria*, ou *cota coriaria*, du poids de 1 ½ dragme, & sa tige, qui pesoit 1 dragme & quelques grains, ayant été mise dans l'eau, évapora 30 onces d'eau en 3 mois. Un oranger de 5 ans évapora en 12 jours 4 ½ onces. Suivant l'observation de *Guettard* une branche de romarin transpira en 13 jours 5 onces 1 ½ dragme. Les fruits ne jettent que très peu d'exhalaisons: mais il faut de toute nécessité que les arbres fournissent une très grande quantité d'exhalaisons; puisqu'elles sont en raison de la surface des feuilles, & que cette surface est

(1) Vegetable Statiks. §. 1.

immense dans les grands arbres. Supposons en effet qu'un arbre ait 20000 feuilles, & que chaque feuille transpire par jour 10 grains, ainsi que l'observation nous l'apprend ; un arbre qui aura 20000 feuilles, transpirera donc par jour 200000 grains, ou 26 $\frac{19}{96}$ ℔. Or en supposant que la transpiration des autres plantes est dans la même proportion, la transpiration des végétaux ne le cédera en rien à la quantité de vapeurs qui s'élevent de la surface des eaux : c'est pour cette raison que l'air est extrêmement humide dans les endroits où il se trouve de grandes forêts, ainsi qu'on en est convaincu par des observations constantes, faites dans plusieurs endroits de l'Europe, & dans quantité de Villes qui sont dans le voisinage de quelques grandes forêts, & que les observations faites dans l'Amérique méridionale nous l'apprennent. Je n'ignore pas cependant qu'il y a plusieurs plantes qui transpirent davantage que d'autres, quoiqu'exposées au même degré de chaleur : je sais qu'il y en a quelques-unes qui ne transpirent presque pas : je sais encore qu'il faut que les rayons du soleil tombent sur celles qui transpirent, & que toutes les plantes ne fournissent pas la même quantité d'exhalaisons ; mais il étoit nécessaire de juger des plantes en général par quelques-unes en particulier, afin de pouvoir établir quelque chose sur leur transpiration, que nous ne pouvons pas connoître exactement.

§. MMCCXCV. Outre cela, la transpiration des animaux est encore très abondante ; car la transpiration d'un adulte, comparée à celle du tournesol dont nous venons de parler, est dans le rapport de 141 à 100 ; & on peut juger par-là de celle des autres animaux. Un homme, suivant le rapport de *Keil*, transpire 31 onces en 24 heures ; & *Halles* a observé qu'un tournesol en transpiroit 22 dans le même tems. Quoique nous ne connoissions pas le nombre d'animaux qui habitent la terre, nous savons néanmoins que le nombre en est très grand ; de sorte que la transpiration qu'ils exhalent ne doit pas peu contribuer à remplir l'atmosphere. Supposons en effet avec un certain Auteur très habile (1), que le nombre des habitans de la terre soit proportionnel à celui de ceux qui sont en Angleterre ; il y aura dans cette supposition 4960 millions d'hommes répandus sur la surface de la terre ; & si la terre étoit aussi peuplée que la Hollande, il y en auroit 34720 millions, & chacun transpireroit 31 onces en 24 heures. Supposons que cette transpiration n'aille seulement qu'à une livre ou 16 onces ; dans cette supposition, la transpiration de tous les hommes en 24 heures, sera = 347200000000 ℔. Ajoûtez à cela la transpiration des animaux, non seulement de ceux qui sont privés, mais encore de ceux qui sont farouches & qui habitent les forêts ; cette transpiration n'est certainement pas moins abondante que celle des hommes : ainsi chaque jour la quantité de transpiration qui s'élevera dans l'atmosphere, sera = 694400000000 ℔.

§. MMCCXCVI. Si à toutes les exhalaisons dont nous avons parlé jusqu'à présent, on ajoûte encore celles qui viennent des végétaux qui se dessechent ou qui se pourrissent sur la surface de la terre : si on y ajoûte les fumées qui s'élevent de tous les corps que nous brûlons pour nos usages journaliers : celles qui proviennent des volcans : si on y ajoûte les exhalaisons qui s'élevent

(1) Dissert. of the numbers, of Mankind.

de la surface même de la terre, & qui, comparées à celles qui proviennent de l'eau, sont dans le rapport de 10 à 3, suivant M. *Halles*, quoique M. *Bafin* prétende qu'il a observé que la terre, étant humectée tous les jours, transpire plus qu'un vase dans lequel on auroit mis une même quantité d'eau (1): enfin si on ajoûte à tout cela les exhalaisons qui s'élevent des entrailles de la terre, & qui sont poussées en-haut par les feux souterrains, nous serons convaincus qu'il s'éleve journellement dans l'air une quantité incroyable de vapeurs & d'exhalaisons qui doivent le remplir suffisamment pour qu'il soit une source abondante d'une infinité de météores différens.

Des causes qui font que les vapeurs & les exhalaisons s'élevent dans l'atmosphere.

§. MMCCXCVII. Je me propose d'examiner ici les causes qui sont connues, peut-être cependant dépendent-elles d'une premiere, & ne sont-elles qu'occasionnelles; ce n'est peut être que par leur moyen que la cause premiere agit & produit son effet; mais c'est une question que j'abandonne à ceux qui viendront après nous.

1°. La premiere de ces causes qui se présente à nos recherches, est le feu qui volatilise tous les corps, tant liquides que solides, & c'est le feu terrestre qui sert à nos usages ordinaires, le feu du soleil & celui qu'on nomme souterrain, qui concourent ensemble à cet effet.

Mais comment est-ce que le feu parvient à volatiliser les corps?

α Ce feu, tel qu'il soit, pénetre les corps qu'il rencontre; en les pénétrant, il agite leurs parties, & il leur communique un mouvement très rapide: il dissout les parties les plus fines & les plus délicates; il les sépare du tout dont elles faisoient partie; il les pousse au dehors, & il les éleve dans l'atmosphere avec une très grande rapidité, & selon les loix de la percussion: il ne paroît pas cependant que les corps soient ainsi élevés à une très grande hauteur; car les vapeurs ni les fumées ne paroissent pas s'élever avec une très grande vîtesse. En effet, si elles s'élevoient jusqu'à la hauteur où les nuages sont suspendus, il faudroit qu'elles fussent poussées de bas en-haut plus promptement que le fusil ne pousse le menu plomb, qui certainement ne s'éleve pas à beaucoup près à une si grande hauteur; parceque la résistance de l'air & sa gravité lui font perdre le mouvement qu'il a acquis: joignez à cela que le feu abandonne promptement les petits corps; car on remarque qu'un fil mince de métal, chauffé jusqu'à ce qu'il soit prêt à fondre, & balancé ensuite dans l'air, de façon qu'il y parcourt 2 ou 3 pieds, perd toute sa chaleur, & se refroidit en 2 secondes: conséquemment les parties des mixtes évaporées par le feu, doivent encore plutôt perdre le feu qui les anime, néanmoins elles s'élevent encore jusqu'à quelques pieds de hauteur, en vertu de la premiere impression que le feu a fait sur elles.

β Le feu s'insinue aussi dans les pores de chaques particules, & dans chacunes de ces particules. Commençons donc par accompagner la matiere

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1741.

ignée

ignée, lorſqu'elle ſe fait jour, & qu'elle pénetre dans ces petites particules qu'elle raréfie. Suppoſons que la denſité d'une ſemblable particule ait été auparavant comme celle de l'eau; mais que ſe trouvant ſéparée de toute la maſſe par l'action du feu qui la pénetre, elle ſoit tellement raréfiée par cet agent, que ſon diametre devienne 10 fois plus grand qu'auparavant: cette particule ne formera plus alors qu'une eſpece de petit ballon, dont le volume ſera mille fois plus grand, & conſéquemment d'une moindre peſanteur ſpécifique que l'air; parceque cette petite véſicule ne contiendra toujours qu'une même quantité de matiere unie à une très petite quantité de feu: cette véſicule s'élevera donc dans l'air juſqu'à ce qu'elle ſoit parvenue juſqu'à une couche d'air plus raréfié, qui ſera de même denſité qu'elle, & avec lequel elle ſe trouvera en équilibre. Mais on peut demander ici avec prudence ſi les parties des corps peuvent être raréfiées juſqu'a ce point? Peut-être y a-t-il très peu de parties qui ſoient ſuſceptibles d'une ſi prodigieuſe dilatation; il eſt cependant conſtant que l'eau réduite en vapeurs par l'action du feu, devient 14000 fois plus rare: mais il n'eſt pas conſtant que chaques particules de l'eau ſoient tellement raréfiées, puiſque la matiere ignée, rempliſſant les pores de ce fluide, & ſéparant ces différentes parties les unes des autres, peut en grande partie produire cette raréfaction, quoiqu'on ne puiſſe diſconvenir que ces parties ne ſoient tuméfiées juſqu'à un certain point. Ainſi quoique pluſieurs Phyſiciens établiſſent comme certain que les vapeurs ſoient de petites véſicules creuſes, cette propoſition n'eſt pas aſſez manifeſtement sûre pour n'avoir pas beſoin d'une preuve particuliere. Si on dit que l'air pénetre dans ces petites véſicules, il eſt certain qu'elles ne pourront point s'élever dans l'atmoſphere; puiſque l'air dont elles ſeront remplies ſera de même denſité & de même poids que celui qui les enveloppe extérieurement: & quand on ſuppoſeroit même que l'air qu'elles contiennent ſeroit plus rare que l'air extérieur, comme la partie aqueuſe qui forme ces véſicules, jouit d'une peſanteur ſpécifique plus grande que celle de l'air ambiant, ou au moins égale à la ſienne, ces véſicules ne pourroient point encore s'élever dans l'atmoſphere; il faut donc ſuppoſer que ces véſicules ſont creuſes, vuides d'air, & ſeulement remplies de matiere ignée: cette difficulté a toujours paru de grande conſéquence contre les véſicules des vapeurs, quoiqu'on ne puiſſe nier que ces véſicules ne ſoient dilatées juſqu'à un certain point par la matiere ignée qu'elles contiennent.

γ Examinons donc à préſent ce que peut produire la matiere ignée qui pénetre les interſtices de ces particules dont nous venons de parler, & qui les écarte les unes des autres? En raiſonnant par analogie, il paroît qu'il les entoure circulairement, qu'il leur imprime un mouvement ſur leur axe, ſemblable à celui qu'il imprime aux petites guttules de fer fondu, qu'il enveloppe en tous ſens: il écarte donc ces parties les unes des autres, il augmente prodigieuſement les interſtices qui les ſéparent; de ſorte que la maſſe totale compoſée de vapeurs & de matiere ignée, devient 14000 fois plus rare; ce qui fait qu'elle s'éleve avec impétuoſité dans l'atmoſphere; mais comme la matiere du feu tend conſtamment à l'équilibre, elle abandonne promptement ces parties, elles ſe refroidiſſent, & ceſſant de ſe repouſſer les unes & les autres, elles ſe raſſemblent pour former une nouvelle maſſe, qui ne peut

plus s'élever davantage, & qui retombe : c'eſt ce que nous pouvons obſerver par le moyen de la machine de *Saverien*, dans laquelle une maſſe d'eau, expoſée à l'action du feu, ſe convertit en une vapeur 14000 fois plus rare : mais dès que cette vapeur s'eſt élevée juſques dans le vaſe qui eſt froid, elle y perd en 6 ſecondes & ſon feu, & ſa chaleur, ſa force expanſive périt en même-tems, & elle ſe convertit en eau : d'où il ſuit qu'une telle vapeur ne peut point s'élever dans l'atmoſphere juſqu'à la hauteur à laquelle les nuées ſont ſuſpendues : d'où il ſuit encore qu'on ne doit point attendre de l'action du feu, qui agiroit de la maniere que nous venons de l'indiquer, tous les phénomenes qui concernent l'élévation des vapeurs.

§. MMCCXCVIII. Nous avons découvert de nos jours que l'air, l'eau, & pluſieurs autres corps, étoient imprégnés d'un fluide électrique ; nous ſavons que ce fluide peut former une atmoſphere très étendue autour de ces corps. Cela poſé, ſi ces corps ſont petits, peu peſans, & qu'ils aient une atmoſphere électrique fort étendue, ils deviendront volatils ; ils flotteront dans l'air, & ils s'y éleveront, ainſi qu'on l'obſerve par rapport à de petites feuilles de métal, à de petits morceaux de duvet, auxquels un tube de verre rendu électrique par le frottement, communique cette vertu, & qu'il repouſſe enſuite : or il eſt conſtant que l'eau contient une grande quantité de matiere électrique ; car lorſqu'on poſe la machine électrique dans de la glace, & qu'on fait tourner le globe, il donne alors des ſignes d'une très forte électricité : ce qui vient de ce que la matiere électrique qui paſſe abondamment de l'eau dans la glace, ſe porte à la machine. Suppoſons donc deux particules d'eau A & B, que le feu ſépare des autres parties circonvoiſines ; dès l'inſtant que ces parties ſe trouvent ſéparées de la maſſe totale qu'elles concouroient à former, elles ſont enveloppées de matiere électrique, elles ſe repouſſent mutuellement, & comme l'électricité ſe propage en toutes ſortes de ſens en lignes droites, qui ſe dirigent comme ſi elles partoient d'un centre, la matiere électrique enveloppant de toutes parts ces deux gouttes, forme avec elles des volumes compoſés, qui ſont ſpécifiquement plus légers que l'air, & qui conſéquemment peuvent continuer à s'élever dans l'atmoſphere, tant qu'ils auront une moindre gravité ſpécifique. Outre cela, les vapeurs qui s'élevent dépouillent promptement les corps qu'ils rencontrent de la matiere électrique qui leur appartient, & la retiennent avec opiniâtreté ; car des globes ou des tubes de verre rendus électriques par le frottement, ſont bien tôt dépouillés de leur vertu, dès qu'on les expoſe à la vapeur, à la fumée, ou à l'haleine de quelqu'un qui pouſſe contr'eux l'air qu'il expire. Bien plus, on remarque conſtamment que, de quelque maniere qu'on les prenne, on ne peut parvenir à rendre ces corps électriques lorſqu'il fait humide ; parceque l'électricité qu'on leur communique leur eſt enlevée ſur-le champ par l'humidité de l'air : or cette matiere électrique que l'humidité emporte, ne périt point, elle n'eſt point réduite à rien ; mais elle adhere avec opiniâtreté, & pendant long tems, aux vapeurs qui l'abſorbent.

Il y a donc deux cauſes qui concourent à l'élévation des vapeurs ; ſavoir, le feu mâle & le feu femele, que je nomme l'électricité. Voici comment ces deux cauſes agiſſent : premierement le feu mâle ébranle les molécules des

mixtes, les ſépare les unes des autres, les éleve juſqu'à une certaine hauteur : ces vapeurs élevées ſont auſſi-tôt entourées d'une atmoſphere électrique, qui continue à les élever dans l'atmoſphere, ainſi que *Deſaguilliers* (1) & *Eeles* après lui, l'ont ſubtilement démontré (2).

Plus l'air eſt peſant, & plus il y a de différence entre ſa peſanteur ſpécifique & celle d'une molécule de vapeur électriſée, & plus conſéquemment cette vapeur doit s'élever ; au contraire, plus l'air eſt léger, moins les vapeurs doivent s'y élever, en ſuppoſant que la température de l'air ſoit la même; par conſéquent lorſque la colonne de mercure ſuſpendue dans le barometre s'y contient à une très grande hauteur, & qu'elle indique que l'air eſt très peſant, il s'éleve alors de la ſurface de l'eau une plus grande quantité de vapeurs que lorſque la colonne de mercure eſt plus baſſe dans le barometre, & conſéquemment lorſque l'air eſt moins peſant, ainſi que le célebre *Garden* l'a obſervé fréquemment (3). Plus l'air eſt chaud, plus la température de l'eau des foſſes & des marais eſt grande : la matiere ignée, plus abondante alors, en ſepare un plus grand nombre de parties; leſquelles, étant entourées d'électricité, deviennent volatiles & s'élevent : auſſi remarque-t on que les vapeurs s'élevent plus abondamment des eaux dans l'été, qu'en tout autre tems.

Si l'eau s'échauffe par l'ardeur du ſoleil pendant le jour, & que le tems ſe refroidiſſe ſur le ſoir, le feu qui a pénétré l'eau pendant la journée, tendant à ſe mettre en équilibre, fera effort pour s'échapper de l'eau & pour ſe porter dans l'atmoſphere : en s'échappant ainſi de l'eau, il emportera avec lui quantité de particules aqueuſes, & il les élevera dans l'atmoſphere : ces particules ne ſeront pas plutôt ſéparées de la maſſe totale, qu'elles ſeront enveloppées d'électricité ; elles ſe repouſſeront mutuellement les unes & les autres : & ſi celles qui s'élevent les premieres ſont accompagnées par d'autres qui les ſuivent, ces dernieres repouſſeront les premieres en toutes ſortes de ſens, & s'éleveront avec elles dans l'atmoſphere : c'eſt pour cette raiſon qu'après une grande chaleur pendant l'été, lorſque le ſoleil ſe couche, & même après qu'il eſt couché, & que l'air ſe refroidit bruqueſment, on obſerve qu'il s'éleve des lacs, des foſſés, & des fleuves, une ſi grande quantité de vapeurs qui ſe diſtribue ſur les prés, ſur les champs voiſins, & qui les couvre entierement d'une eſpece de nuage, ſur-tout ſi l'air eſt calme, & qu'il ne faſſe aucun vent.

Lorſqu'il gele pendant l'hiver, on voit une quantité prodigieuſe de vapeurs qui s'élevent des puits qui ſont ouverts, des fontaines, des crévaſſes, & des ouvertures qu'on fait à la glace; toutes ces vapeurs s'élevent dans l'air, qui eſt alors plus froid que l'eau qui eſt encore liquide, ces vapeurs forment un nuage épais : c'eſt pour cette raiſon que dans le Groenland, & dans les régions polaires, on remarque qu'il s'éleve de la mer, pendant l'hiver, & lorſqu'il gele, une eſpece de nuage ſemblable à la fumée qui ſort d'une cheminée : on obſerve auſſi la même choſe auprès de l'Iſle de Terre-Neuve, vers l'embouchure du fleuve Saint Laurent, & dans d'autres en-

(1) Vol. 2. Lect. 10. pag. 348. (2) Philoſ. Tranſ. v. 49. pag. 132. (3) Philoſ. Tranſ. n. 171.

droits circonvoisins. Ceux qui se plongent dans cette espece de nuage y éprouvent la sensation d'une chaleur tempérée : leurs habits néanmoins s'y couvrent & s'y imbibent de gelée blanche ; mais ceux qui se tiennent dans le voisinage seulement de cette vapeur, y éprouvent un froid humide, capable d'occasionner des incommodités dangereuses (1). *Gauteron* a aussi observé que l'eau poussoit une plus grande quantité de vapeurs dans le grand hiver de 1709, lorsqu'il geloit plus fortement (2). Il a aussi expérimenté la même chose, non-seulement par rapport à l'eau, mais encore par rapport à quantité d'autres fluides : il observa que lorsque le thermometre de M. *Amontons* étoit à 51 degrés & 6 lignes, une once d'eau évaporoit 6 grains dans l'espace d'une heure, & se convertissoit ensuite en glace. Une once d'huile de noix exhaloit 8 grains dans le même tems ; mais elle ne se convertissoit point en glace. Une même quantité d'esprit de vin & d'huile de térébenthine exhaloit 12 grains ; mais l'huile d'olives & le mercure ne s'évaporoient aucunement. On éprouva à Montpellier, pendant la nuit la plus froide de ce même hiver, qu'une once d'eau avoit exhalé 48 grains, qu'une once d'huile de noix en avoit exhalé 54, qu'une même quantité d'huile de térébenthine en avoit exhalé 72, & que l'évaporation de l'esprit de vin alloit aussi à 72 grains. Les évaporations de tous ces fluides se sont faites de la même maniere que celle de l'eau, c'est-à-dire, dans le même tems.

§. MMCCXCIX. Nous avons déja vu que le feu solaire & le feu terrestre sont la premiere cause de l'élévation des vapeurs, & que l'électricité en étoit la cause seconde. J'ai aussi avancé que le feu souterrain concouroit à ce phénomene, & que ce feu n'y concouroit pas moins, & n'en étoit point une cause moins active. Il me paroît donc nécessaire, pour ne laisser aucun soupçon à cet égard, de démontrer que le feu souterrain est un feu qui existe réellement, & non un être chimérique & purement hypothétique.

1°. Les bains chauds qui se trouvent en grand nombre sur la surface de la terre, en sont une preuve bien convaincante.

2°. Ces volcans qu'on remarque en plusieurs endroits de la terre, qui font sortir de ses entrailles, & lancent dans les airs des quantités de feu si abondantes, prouvent encore la même chose.

3°. Lorsqu'on creuse des puits, plus on fouille profondément en terre, & plus les Ouvriers y éprouvent de chaleur, & plus les vapeurs qui en sortent sont chaudes.

Gensane, Directeur des mines d'Alsace, étant descendu dans les mines de Gyromany, qui sont au pied de la montagne Balon, auprès de Befort, trouva que le mercure s'élevoit de 2 degrés à la surface de la terre.

A 52 toises de profondeur, il s'élevoit de	10 degrés.
106	10 $\frac{1}{2}$
158	15 $\frac{3}{4}$
222	18 $\frac{1}{6}$.

(1) Hans Egede Descript. Groenland. Cap. 4. (2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1709.

D'où il paroît manifeſtement qu'on ne peut révoquer en doute l'exiſtence du feu ſouterrain ; & c'eſt auſſi pour cette raiſon que *Gaſſendi* regardoit ce feu comme la principale cauſe qui donnoit origine aux météores (1).

§. MMCCC. Les parties mêmes des corps deviennent volatiles lorſqu'ils fermentent, qu'ils ſont en effervefcence, qu'ils ſe pourriſſent, ou qu'ils ſe mêlent enſemble ; ſouvent ils produiſent du feu, ou ils le raſſemblent, & ils s'échauffent : mais lorſque le feu s'en échappe, il emporte avec lui pluſieurs parties ; ces parties, ſéparées de la maſſe totale, ſont auſſi-tôt enveloppées d'une atmoſphere électrique, ſoit que ce fluide s'échappe alors de la maſſe même d'où les parties qu'il enveloppe émanent, ſoit qu'il vienne de l'air ambiant : par ce moyen ces parties ſéparées ne ſont point différentes des vapeurs électriſées dont nous avons déja parlé. On ne peut révoquer en doute que les parties des corps qui fermentent, ou qui ſe pourriſſent, deviennent volatiles ; les exhalaiſons humides qui s'échappent de ces ſortes de corps, & qu'on peut aiſément raſſembler, ainſi que l'odeur qu'ils répandent fort au loin, en ſont une preuve inconteſtable.

§. MMCCCI. L'eau eſt un corps dur ; car ſi on la pouſſe avec force, & qu'on la faſſe tomber ſur un corps dur, élaſtique, rempli d'aſpérités, les parties de ce fluide ſe ſépareront les unes des autres, & rejailliront en toutes ſortes de ſens : ces parties ſéparées les unes des autres, s'élevent dans l'air ; elles y flottent, elles y acquerent une atmoſphere électrique, & elles continuent à s'y élever de même que celles qui ſont ſéparées par la matiere du feu, de toute autre maſſe d'eau quelconque, ainſi que nous l'avons déja obſervé : c'eſt pour cette raiſon que lorſqu'un fleuve, par exemple, ſe précipite ſur un rocher, & qu'il tombe deſſus avec force, on obſerve alors une grande abondance de vapeurs qui s'élevent & qui proviennent des parties de l'eau qui ſe réfléchiſſent & qui ſe ſéparent de la maſſe totale ; ce qu'on peut prouver aiſément par les obſervations ſuivantes. Les catadoupes de la riviere de Niagara en Canada, ſont une preuve manifeſte de cette vérité ; cette riviere en ces endroits ſe précipite de 156 pieds de hauteur, & les vapeurs qui s'élevent par cette chûte, forment un nuage épais, qui ſe fait appercevoir à la diſtance de 5 milles (2). *Caſſini* rapporte à-peu-près la même choſe de la caſcade de la riviere de Velino (3). *Leopold* dit, dans ſon voyage de Suede, que l'on voit à Trolhet, près de Maricſtad, une caſcade entre deux rochers fort élevés, & que cette eau venant à jaillir, s'éleve en forme de brouillard, & ſe diſperſe enſuite comme de la fumée (4).

A 3 milles d'Albanie, dans la Nouvelle York, on remarque les catadoupes d'un fleuve qui ſe précipite de 50 pieds de haut ; les particules d'eau qui s'en élevent, forment un nuage dans lequel on obſerve ſouvent des iris. On remarque dans la Jamaïque les cataractes du fleuve Mamée, d'où l'eau ſe précipite de 200 pieds de haut, & dont les particules évaporées forment auſſi un nuage (5). Il y a encore de ſemblables catadoupes en pluſieurs endroits

(1) Phyſ. Lib. 2. Sect. 3. cap. 2. (2) Philoſ. Tranſ. n. 37. (3) Mém. adoptés. Tom. 6. (4) Relat. Epiſtol. de Itin. Suecico. pag. 97. (5) Browne Hiſtory of Jamaica. pag. 26.

de notre globe. Les plus élevées sont celles du fleuve Bogota en Amérique; l'eau s'y précipite perpendiculairement de 1800 pieds (1).

§. MMCCCII. Les vents qui agitent la surface des mers, des lacs, des fleuves & des autres rivieres, enlevent avec rapidité une grande quantité de parties aqueuses qui avoient déja reçu quelque tendance pour s'élever par l'action du feu qui s'en échappe; ce qui détermine sur-le-champ de nouvelles parties d'eau à se séparer de la masse totale, & que le vent emporte encore avec lui dans l'atmosphere : cette idée est confirmée par les expériences de *Halles* (2). Lorsque de l'eau bout dans un vase, si on pratique au fond de ce vase une espece de tambour percé de plusieurs trous, & qu'on pousse de l'air dans ce tambour, à l'aide d'un soufflet, cet air pénétrera dans la masse d'eau, & l'agitera; & on observera qu'il s'élevera dans le chapiteau du récipient deux fois plus de vapeurs qu'il n'a coutume de s'y en élever dans une distillation ordinaire. Si les vents qui soufflent sont secs, & qu'ils portent avec eux une copieuse quantité de fluide électrique, les vapeurs élevées se distribueront dans l'atmosphere, & s'y éleveront à une très grande hauteur : les vents humides sont moins propres à produire cet effet. Nous apprenons de-là pourquoi les draps mouillés se sechent beaucoup plus vîte lorsqu'ils sont exposés au vent, que lorsqu'on les met devant un grand feu; ce qui vient de ce que les vents pénetrent ces draps, & qu'ils emportent avec eux, & très promptement, toutes les parties aqueuses qu'ils peuvent en détacher, tandis que le feu ne produit cet effet que très lentement : de-là plus les vents seront secs, plus ils seront impétueux, & plus ils sécheront promptement les étoffes mouillées qu'on exposera à leur action; & elles sécheront autant promptement qu'on puisse l'imaginer, si la chaleur du soleil & celle du feu ordinaire, se joint à l'action du vent. C'est pour cette raison que les chemins qui ne sont point pavés, & qui sont couverts de boue, se sechent promptement, & se durcissent lorsqu'un vent impétueux & sec souffle dessus, ainsi qu'on l'observe en Hollande, lorsqu'un vent de Nord-Est, un vent d'Est & de Sud-Est soufflent. Les Anciens connoissoient parfaitement bien l'effet que produisent de tels vents, & aussi *Lucrece* a-t il décrit très ingénieusement cette cause de la sécheresse des chemins (3).

§. MMCCCIII. Je n'ai exposé jusqu'à présent que quelques unes des causes qui concourent à élever les vapeurs, & à les porter dans l'atmosphere. Je ne doute pas que ceux qui viendront après nous n'en découvrent encore un plus grand nombre, qu'on ajoûtera à celles que je viens d'exposer; car tout ce qui peut détacher, désunir les particules des solides ou des fluides, les séparer de leur masse totale, les rendre plus légeres qu'un pareil volume d'air, ou les élever dans l'air, doit être rangé parmi les causes qui concourent à l'élévation des vapeurs & des exhalaisons. Il peut encore se faire que des parties spécifiquement plus légeres que l'air, en s'élevant dans l'atmosphere, rencontrent sur leur passage d'autres parties plus pesantes, auxquelles elles s'attachent & elles s'unissent, & avec lesquelles elles forment néan-

(1) Bouguer, Voyage au Pérou, pag. 92. (2) Account of Useful Discovery, pag. 10. (3) Lib. 6. v. 623.

moins un tout ſpécifiquement plus léger que l'air, & qui conſéquemment continuera à s'élever. On pourra donner quelque choſe de plus exact ſur cette matiere, quand nous connoîtrons parfaitement les eſpaces qui ſe trouvent entre les centres des parties evaporées, quand nous ſaurons ſi ces eſpaces ſont différens, de combien ils different, & en quelles circonſtances.

§. MMCCCIV. Nous découvrons qu'il s'éleve des vapeurs dans l'atmoſphere, 1°. lorſque nous voyons une fumée qui s'éleve de la ſurface de la terre & des montagnes éloignées. 2°. Lorſque les montagnes qui ſont à une très grande diſtance, paroiſſent comme enveloppées dans un nuage, quoique le tems ſoit ſerein. 3°. Lorſque les objets qui ſont éloignés paroiſſent vaciller, trembler, & comme faire de petits ſauts. 4°. Lorſqu'il s'éleve une eſpece de nuage de la ſurface des lacs & des marais. 5°. Lorſque le ſoleil & la lune paroiſſent d'un rouge très foncé à leur lever & à leur coucher.

§. MMCCCV. Comme la denſité, & conſéquemment la peſanteur ſpécifique de notre atmoſphere, differe à différentes diſtances de la ſurface de la terre, les vapeurs & les exhalaiſons pourront s'élever dans l'air à différentes hauteurs. Les parties qui ſeront les plus raréfiées, ou qui ſeront enveloppées d'une atmoſphere électrique plus étendue, & qui ſe repouſſeront avec plus de force, ou celles qui ſeront pouſſées de bas en haut avec plus de force, s'éleveront davantage; mais celles dont la peſanteur ſpécifique ſera plus conſidérable & peu différente de celle dont l'air jouit vers la ſurface de la terre; ou celles qui ſeront pouſſées de bas en-haut avec un foible mouvement, ſoit méchanique, ſoit de répulſion, ou celles qui ſeront entourées de peu d'électricité, ne s'éleveront qu'à de très petites diſtances: enfin celles dont la peſanteur ſpécifique pourra être en équilibre avec celles de la moyenne région de l'air, ſe porteront juſqu'à cette hauteur; ce qu'on peut démontrer par une expérience de *Boyle*, qui a aſſez d'analogie avec ce phénomene. En effet, cet habile Phyſicien ayant renfermé ſous le récipient de la machine pneumatique une fiole qui contenoit de l'eſprit de nitre très concentré, il obſerva d'abord qu'il s'élevoit une fumée fort épaiſſe de la ſurface de cet acide; il donna quelques coups de piſton pour raréfier l'air contenu ſous le récipient, & il obſerva qu'il ne s'éleva alors que très peu de fumée: il continua à raréfier l'air du récipient, & les fumées ceſſerent de s'élever.

§. MMCCCVI. On peut concevoir par ce que nous venons de dire, pourquoi les nuées ſe forment dans l'air à diverſes hauteurs, pourquoi certains météores ne s'élevent qu'à peu de diſtance au-deſſus de la ſurface de la terre; tandis qu'il s'en trouve quelques uns qui s'élevent davantage: on peut encore comprendre par-là pourquoi la denſité de l'air, venant à changer dans le même endroit, certaines exhalaiſons s'y élevent ou s'y abaiſſent.

§. MMCCCVII. Plus l'atmoſphere eſt denſe & peſant, plus il peut ſoutenir de vapeurs & d'exhalaiſons; plus l'air eſt rare, & moins il peut en ſoutenir. En hiver l'atmoſphere eſt froide, plus denſe & plus peſante, comme nous en jugeons par les obſervations que nous faiſons ici, à l'aide du barometre; notre atmoſphere eſt donc propre alors à recevoir & à ſoutenir une grande quantité de vapeurs & d'exhalaiſons: ce qui doit produire dans ce tems un grand nombre de météores; & comme cela a ſur-tout lieu dans les Pays

froids, on doit y remarquer dans l'air un plus grand nombre de météores que dans les Pays chauds.

§ MMCCCVIII. Nous avons vu jusqu'à présent que les vapeurs & les exhalaisons s'élevent dans l'atmosphere, d'où elles ne retombent pas sur-le-champ; car elles y demeurent souvent suspendues pendant plusieurs jours, & même pendant plusieurs semaines, quoiqu'elles se trouvent placées dans un air plus froid. En effet, plus la région de l'atmosphere où elles sont suspendues est élevée, & plus elle est froide; par conséquent on ne peut point dire que ce soit la matiere du feu, ou leur raréfaction, qui les y soutiennent & qui les y retiennent: il faut donc que ce soit une autre cause, & peut être même que plusieurs concourent à cet effet.

1°. Cela peut venir de l'agitation continuelle de l'air; car on ne peut disconvenir qu'il ne soit continuellement en mouvement, ainsi qu'on peut s'en convaincre par celui de ces petits corpuscules, de ces petites poussieres qu'on remarque dans un rayon de soleil qu'on a introduit dans une chambre obscure: quoique ces petits corpuscules soient plus pesants que l'air dans lequel ils nagent, ils ne tombent cependant pas pour cela: or les parties qui composent les vapeurs & les exhalaisons sont encore plus fines, plus délicates que ces petites poussieres; elles doivent donc à plus forte raison demeurer suspendues, & flotter dans un air qui est toujours agité, de même que le limon & le sable nagent & demeurent suspendus dans toute l'étendue de la masse d'eau d'un fleuve qui coule continuellement.

2°. Les vapeurs & les exhalaisons demeurent encore suspendues par leur atmosphere électrique, en vertu de laquelle leurs parties se repoussent mutuellement, & avec des forces égales; car quoique les vapeurs perdent la matiere ignée qui s'étoit élevée avec elles, elles ne perdent point pour cela leur électricité.

3°. Elles sont encore suspendues dans l'atmosphere, de même que les parties des corps demeurent suspendues dans les menstrues qui en ont opéré la dissolution, & qu'elles y demeurent long tems suspendues: les dissolutions venant à se refroidir, quelques parties des corps qui ont été dissous, tombent quelquefois & se précipitent au fond du vase: de même lorsque l'air se refroidit, on voit quelques vapeurs qui se précipitent vers la surface de la terre. Lorsqu'on fait réchauffer la dissolution, on voit alors plusieurs parties qui s'étoient précipitées, s'élever de nouveau & nager dans le dissolvant; pareillement lorsque l'atmosphere acquiert quelques nouveaux degrés de chaleur, on voit les vapeurs qui recommencent à s'élever.

4°. Supposons que les parties des vapeurs & des exhalaisons soient extrêmement petites, elles auront aussi très peu de poids: or les parties de l'air, celles qui ont le plus de dimensions, s'attirent mutuellement au point de contact. Cela posé, supposons qu'une particule de vapeur soit placée au milieu de 4, 5 ou 6 particules d'air qui exercent leurs forces attractives les unes contre les autres: tant que le poids de cette particule de vapeur ne surpassera pas la somme des attractions de ces molécules aëriennes, cette particule ne pourra point descendre, & demeurera conséquemment suspendue jusqu'à ce que les parties de l'air se séparent les unes des autres: d'où il peut se faire que plusieurs exhalaisons très subtiles qui se seroient élevées dans l'atmosphere,

y

y demeurent long-tems ſuſpendues avant de tomber vers la ſurface de la terre.

§. MMCCCIX. Voici maintenant les cauſes qui obligent les vapeurs & les exhalaiſons à retomber ſur la terre.

1°. Dès que la denſité de l'air, & conſéquemment ſa gravité ſpécifique, ſera diminuée par une cauſe quelconque, les exhalaiſons & les vapeurs qui étoient auparavant en équilibre avec l'air, perdront cet équilibre, & s'abaiſſeront par leur excès de peſanteur, comme on peut le prouver par l'expérience ſuivante. Si on met de l'eau tiede ſous un des récipiens de la machine pneumatique, cette eau s'élevant en vapeurs, portera de l'humidité dans la maſſe d'air renfermée ſous ce récipient : ſi on raréfie alors l'air en faiſant agir la pompe, il ſe formera ſous ce récipient une eſpece de nuage qui flottera dans le commencement de l'opération, mais qui ſe précipitera auſſi-tôt que l'air ſera plus raréfié (1). Pareillement ſi l'air qui eſt au-deſſous d'un nuage ſe raréfie, il ne ſera plus en état de ſoutenir ce nuage, qui deſcendra alors, ſe condenſera par la réſiſtance de l'air qu'il rencontrera ſur ſon paſſage, & ſe convertira en pluie. C'eſt pour cela qu'on obſerve ſouvent qu'il commence à pleuvoir, ou qu'il ſe manifeſte alors d'autres phénomenes lorſque la colonne de mercure deſcend conſidérablement dans le barometre, & qu'elle annonce que la denſité de l'air eſt très diminuée.

2°. Lorſque les exhalaiſons qui avoient été élevées & très raréfiées, ſoit par le feu, ſoit par l'électricité, viennent à perdre la matiere ignée qu'elles contenoient, ou l'électricité qu'elles avoient ; elles ſe condenſent alors, & elles deviennent ſpécifiquement plus peſantes que l'air.

3°. Elles ſe précipitent auſſi vers notre globe lorſqu'elles ont perdu le mouvement que le feu ou toute autre cauſe leur avoit communiqué pour s'élever.

4°. Lorſque pluſieurs parties élevées dans l'air ſont pouſſées les unes contre les autres par des vents contraires, ou qu'elles ſe trouvent comprimées par des vents qui ſoufflent contre des montagnes, par exemple, ou contre d'autres éminences, elles ſe réuniſſent, & elles acquerent par-là une peſanteur ſpécifique beaucoup plus grande qui les fait tomber.

5°. Il y a certaines exhalaiſons qui ſont de telle nature, que lorſqu'elles viennent à ſe rencontrer, elles fermentent enſemble ; d'où il arrive que quelques-unes ſe précipitent, comme nous le remarquons dans les précipitations chymiques.

6°. Les exhalaiſons tombent encore, lorſqu'elles ſont pouſſées en-bas par les vents, en même-tems que l'air dans lequel elles étoient ſuſpendues.

7°. On remarque encore que les vapeurs & les exhalaiſons ſe précipitent lorſque le vent ſouffle dans une direction horiſontale, & qu'il pouſſe l'air & le chaſſe de l'endroit au-deſſus duquel ces vapeurs & ces exhalaiſons ſe ſont élevées ; car alors la partie ſupérieure de l'atmoſphere tombe par ſon poids avec tout ce qui s'y trouve compris, & elle vient occuper la place inférieure que l'air vient d'abandonner.

(1) Nieuwentyt in Coſmotheoro. Cap. 19. p. 362.

8°. Lorſque le ſoleil ſe leve, il darde ſur notre globe ſes rayons qui rencontrent les exhalaiſons ſuſpendues dans l'air, & qui les déterminent vers la terre; & comme ces rayons raréfient l'air par leur chaleur, & le rendent par conſéquent beaucoup plus léger que ces exhalaiſons, celles-ci ſe précipitent encore avec plus de promptitude: nous éprouvons tous les jours que les rayons du ſoleil précipitent vers la terre les exhalaiſons; car nous obſervons que lorſque le ſoleil darde ſes rayons ſur l'ouverture ſupérieure d'une cheminée, la fumée ne s'éleve point aiſément, & qu'elle eſt alors précipitée vers le bas de la cheminée, tandis qu'elle s'éleve & ſe diſſipe aiſément lorſque le ſoleil eſt plus élevé ſur l'horiſon, ou lorſqu'il ſe couche.

9°. Lorſqu'il s'éleve dans l'atmoſphere une quantité de vapeurs & d'exhalaiſons trop conſidérable pour que l'air puiſſe les ſoutenir, celles qui excedent la quantité que l'atmoſphere peut ſoutenir, retombent après avoir perdu le mouvement qu'elles avoient reçu. On voit auſſi tomber celles qui ont perdu l'atmoſphere électrique qui les entouroit.

Il ſeroit à ſouhaiter que nous puiſſions connoître quelle eſt la diſtance qui ſépare les parties des vapeurs & des exhalaiſons lorſqu'elles commencent à s'unir entr'elles, & quelle force extérieure eſt néceſſaire pour procurer leur union: à l'aide de ces connoiſſances, nous parviendrions à donner une théorie plus exacte ſur cette matiere, que celle qu'on a encore donnée juſqu'à préſent.

§. MMCCCX. Il y a pluſieurs météores, tels que les pluies, les neiges, les grêles, qui dépendent beaucoup de la lune, ſur-tout en Hollande, & dans les régions boréales: on obſerve ſur-tout cela pendant l'hiver. On y remarque en effet, que ſi le tems change dans la nouvelle lune, ou dans la pleine lune, ou dans les quadratures, alors il pleut, ou il neige, ou il gele: s'il a déja commencé à geler, la gelée devient plus forte, & cette forte gelée ſubſiſte juſqu'à la prochaine phaſe de la lune: on n'y remarque jamais que la même gelée continue pendant 14 jours; elle diminue toujours à la nouvelle phaſe. *Ellis* a fait de ſemblables obſervations dans la baie d'Hudſon, & il en rapporte la cauſe aux phaſes de la lune (1).

§. MMCCCXI. Ce n'eſt pas ſans raiſon qu'on diviſe notre atmoſphere en pluſieurs régions: en effet, lorſque nous conſidérons l'atmoſphere depuis la ſurface de la mer juſqu'à la partie ſupérieure des plus hautes montagnes, nous remarquons qu'il y regne une certaine chaleur, ſur-tout vers la ſurface de la terre; mais qu'à une certaine hauteur il regne une viciſſitude de froid & de chaud: mais il regne au deſſus de cette région un froid piquant; & lorſque les nuées ſe trouvent dans cette région, & que leurs parties condenſées commencent à deſcendre, elles ſe convertiſſent auſſi-tôt en neige, qui paroît tomber de cette région: ce qui fait qu'on pourroit l'appeller région de la neige.

Cette région de l'atmoſphere eſt bornée inférieurement; mais juſqu'où s'étend elle ſupérieurement? C'eſt ce que nous ignorons: il n'y a point de doute cependant qu'elle s'étend de beaucoup au delà du ſommet des plus hautes montagnes; car on remarque des nuées qui s'élevent beaucoup plus haut, & qui flottent dans l'air.

(1) Ellis Voyag. to Hudſon's bay. p. 162.

§. MMCCCXII. Les bornes inférieures qui terminent la région de la neige, ne sont point disposées parallelement à la surface de la terre; elles en sont d'autant plus près, qu'elles sont plus éloignées de la zône torride, & qu'elles s'approchent davantage des pôles : vers le milieu de la zône torride, ces bornes sont à 2434 toises au-dessus de la surface de la mer; elles ne sont élevées que de 2100 toises à l'entrée des zônes tempérées; elles ne le sont que de 1500 à 1600 à l'endroit qui répond au sommet du Pic de Ténériffe : en France & au Chili, & en continuant à les mesurer en approchant des pôles, on verra qu'elles touchent à la surface de la terre sous les cercles polaires.

§. MMCCCXIII. Comme la montagne de Chimboraco est élevée de 3217 toises au-dessus de la surface de la mer, son sommet est habituellement couvert de neige à la hauteur de 800 toises; & comme on observe qu'il y a des nuées qui sont suspendues à 400 toises au dessus de son sommet, il paroît que la région de la neige doit avoir au moins 1200 toises de profondeur en cet endroit. S'il y avoit donc encore dans le Pérou une montagne qui fût plus élevée, & sur le sommet de laquelle un Observateur fût placé, il y observeroit l'épaisseur de la zône de la neige, qui prendroit son origine à 2440 toises au-dessus de la surface de la terre ou de la mer, & qui se termineroit à 4000 toises d'élévation; ce n'est pas à dire pour cela que le froid ne se fît plus sentir au-delà de cette hauteur; car il augmente à une plus grande élévation au-dessus de la surface de la terre; mais les nuées ne s'élevent point plus haut, & le spectateur placé au-dessus de la région de la neige, se trouveroit dans une région parfaitement sereine.

§. MMCCCXIV. Nous venons donc de voir que ce n'est pas sans raison qu'on divise en plusieurs régions l'atmosphere depuis la surface de la terre jusqu'aux limites qui la terminent supérieurement, & que ces régions different entr'elles par la chaleur par le froid qui y regnent, ainsi que par la densité, la pureté, &c. qu'on y remarque. Ne peut-il donc pas se faire qu'une partie quelconque d'une région supérieure, se précipite & vienne se placer dans une région inférieure, ou qu'une région inférieure s'éleve, ou qu'une supérieure se mêle avec une inférieure en se précipitant?

Ce phénomene est non-seulement possible; mais il se manifeste réellement : car en 1757, le 12 de Juin, on observa que la température de l'air étoit de 71 degrés à midi, un vent de Nord-Est souffloit alors, mais modérément : or vers les 5 heures après midi, & pendant la soirée, il survint un froid imprévu qui fit descendre la liqueur du thermometre jusqu'au 57^{e} degré, le vent étoit cependant le même, & ne souffloit point plus fortement. On a fait la même observation à Utrecht, & je n'ai point oui dire que le tonnerre se soit fait entendre dans ce tems dans aucun endroit de la Hollande : le mercure s'étoit élevé dans le barometre; & comme il n'y a aucune cause vers la surface de la terre qui puisse occasionner un tel froid, & produire ce phénomene, il faut de toute nécessité qu'une partie de l'atmosphere supérieure & plus froide se soit précipitée & combinée dans une région inférieure de l'atmosphere, & que ce mêlange ait aussi tôt tempéré l'excès de chaleur de cette région inférieure.

§. MMCCCXV. On peut commodément divifer les météores en trois genres; favoir, en météores aqueux, ignés & aëriens.

1°. Les météores aqueux font le brouillard, les nuées, la rofée, la pluie, le frimat ou le givre, la neige, la grêle, les trombes de mer, d'où dépendent l'iris ou l'arc-en-ciel, les couronnes du foleil ou de la lune, les parélies, les parafelenes, &c.

2°. Ceux du fecond genre font tout ce qui brûle ou ce qui eft lumineux; comme la lumiere feptentrionale, ou aurore boréale, avec toutes leurs efpeces, les étoiles tombantes, les feux folets, les boulets ou globes de feu, les éclairs, la foudre, le tonnerre, &c.

3°. Les météores aëriens comprennent tous les vents, les tourbillons de vent.

Nous traiterons brievement de tous ces météores felon l'ordre que nous venons d'indiquer.

CHAPITRE XLII.

Des Météores aqueux.

§. MMCCCXV. On dit que l'air eft chargé de brouillards, lorfqu'il fe trouve proche de la terre dans l'atmofphere une fi grande quantité de vapeurs & d'exhalaifons, qu'elles obfcurciffent l'air, & le rendent beaucoup plus épais qu'il ne devroit être, foit que cet effet dépende de la quantité ou de la difpofition de ces vapeurs.

§. MMCCCXVI. Le brouillard eft compofé de vapeurs ou d'exhalaifons qui s'élevent infenfiblement de la terre, ou qui tombent lentement de la région de l'air, enforte qu'elles paroiffent comme fufpendues dans le même endroit, & comme privées de mouvement. Lorfqu'on confidere le brouillard avec une excellente vue, les parties qui le conftituent paroiffent également diftantes les unes des autres; auffi lorfqu'on les reçoit fur un miroir de glace, elles s'y difpofent avec la plus grande régularité, & fi on les examine à l'aide d'une forte loupe, toutes ces parties paroîtront laiffer entr'elles des diftances parfaitement égales.

Lorfque le brouillard n'eft compofé que de vapeurs humides, il n'eft point alors nuifible à la fanté des animaux, & il ne fait refpirer aucune mauvaife odeur; mais il eft quelquefois chargé d'exhalaifons puantes, infalubres, qui deviennent la caufe de différentes maladies, & même qui peuvent être mortelles. En 1733 une partie de l'Allemagne étoit incommodée de brouillards qui venoient de la Pologne, & qui s'étendoient dans la Hollande: ces brouillards occafionnoient des péripneumonies (1), & des toux qu'on ne

(1) Cette maladie confifte dans une inflammation du poumon, accompagnée d'une

pouvoit calmer, & qui firent mourir beaucoup de monde, jusqu'à ce que, connoissant parfaitement cette maladie, on eût eu recours à de fréquentes & de copieuses saignées, & aux remedes délayans, comme on a coutume de procéder dans les péripneumonies.

§. MMCCCXVIII. Ce qui prouve que le brouillard est souvent composé de matieres différentes de celle qui forme les vapeurs aqueuses : c'est non-seulement l'odeur fétide qu'il fait quelquefois respirer; mais encore c'est qu'après la chûte du brouillard, on trouve quelquefois sur la surface de l'eau une pellicule grasse tirant sur le rouge, qui ressemble assez bien à celle que les Chymistes observent lorsqu'ils préparent leur soufre doré d'antimoine (1).

Il tombe assez souvent en France, quand les années sont pluvieuses, ou quand des vents humides & chauds regnent dans les mois de Juin & de Juillet, il tombe, dis je, alors un brouillard gras que les Laboureurs appellent *nielle*; ce brouillard corrompt tous les grains, mais sur-tout le seigle, qu'on nomme alors *seigle ergoté*, ou *blé cornu* : les grains qui sont affectés de cette contagion, se peuvent aisément distinguer des autres qui sont sains, car ils ont plus d'un demi-pouce de grosseur. La corruption de ces grains est telle, que si on ne les sépare pas des autres, & qu'on en fasse du pain, ceux qui en mangent sont attaqués de différentes maladies, tels que de fievres malignes, de gangrenes, de sphaceles. MM. *Dodart* (2), *Salerne* (3), *Deslandes* (4), *Monnier* (5), nous ont donné des descriptions très curieuses de ces sortes de maladies. *Needham* (6) ayant examiné du seigle ergoté, a trouvé qu'il étoit composé de deux substances, l'une noire, & l'autre blanche : cette derniere étoit molle, composée de fibres longues unies entr'elles, & dans lesquelles on ne remarquoit rien qui donnât aucun signe de vie; mais lorsqu'on versoit une goutte d'eau sur cette substance, elle se délayoit, les fibres se séparoient les unes des autres, & elles donnoient alors des signes de vie : car chaque fibrille nageoit dans l'eau & s'y présentoit sous la forme de ces petites anguilles qu'on observe dans le vinaigre. *Bradley* nous a appris une maniere de détruire & de faire mourir ces insectes. *Needham* a éprouvé cette méthode, & en a confirmé le succès : il ne s'agit pour cela que de laisser tremper, pendant l'espace de 30 heures, dans une forte saumure, dans laquelle on ajoûte de l'alun, le grain qui est affecté de cette corruption : sans cette précaution, les animaux dont nous venons de parler, vivent pendant long-tems, & ne meurent que très difficilement.

§. MMCCCXIX. Lorsqu'il y a du brouillard, l'air est calme & tranquille,

fievre aiguë & d'une difficulté de respirer. Souvent elle est encore accompagnée d'un crachement de sang. Cette inflammation est phlegmoneuse ou érésypélateuse. Dans la premiere, on crache le sang tout pur, dans la seconde, les crachats sont jaunes & peu teints de sang.

(1) Nieuwentyt. Cosmoth. Cap. 19. pag. 364.

(2) Journ. des Sav. ann 1676, pag 76.

(3) Mémoires présentés, Tom. 2. pag. 151.

(4) Traité de Physiq. pag. 99

(5) La Méridienne de Paris, pag. 114.

(6) Philos. Trans. n. 461. & Microscopical Observat. Cap. 8.

& on n'en voit jamais quand il fait grand vent; car auſſi tôt que le vent commence à ſouffler, il diviſe le brouillard, il le pouſſe devant lui, il le diſſipe; il fait perdre à ſes parties cette régularité qu'elles obſervoient dans leurs diſtances; ſouvent il en raſſemble pluſieurs: ce qui forme une pluie fine qui ſe précipite alors vers la ſurface de la terre. Le brouillard paroît ordinairement vers le ſoir, ſur-tout après que la terre a été fortement échauffée par les rayons du ſoleil, & que l'air vient à ſe refroidir tout-à-coup après le coucher du ſoleil; car les particules terreſtres & aqueuſes qui ont été échauffées & détachées de la maſſe dont elles faiſoient parties, s'élevant dans un air frais, s'y condenſent auſſi-tôt, & forment, par leur multitude & par leur denſité, un nuage très ſenſible: c'eſt ce qu'on remarque principalement en Hollande, au printems & dans l'automne. Il fait moins de brouillard en été; parcequ'il y a moins de différence dans cette ſaiſon entre la chaleur du jour & le froid du ſoir, qu'il n'y en a au printems & dans l'arriere ſaiſon: ce qui vient auſſi de ce que la chaleur de l'été, même celle du ſoir, empêche non ſeulement ces exhalaiſons de ſe condenſer, mais même diſtribue & répand dans l'air celles qui s'y ſont élevées, de ſorte que l'air ne perd point ſa tranſparence. Il fait auſſi du brouillard le matin lorſque le ſoleil ſe leve, & que l'air ſe trouve échauffé & raréfié par les rayons du ſoleil avant les exhalaiſons qui y ſont ſuſpendues; & comme ces exhalaiſons ſont alors d'une plus grande peſanteur ſpécifique que l'air, elles tombent, elles ſont auſſi pouſſées vers la terre par les rayons du ſoleil, de même que la fumée qui tend à s'élever & à ſortir d'une cheminée ſur laquelle le ſoleil darde ſes rayons. Ces exhalaiſons, en tombant, obſcurciſſent la lumiere du ſoleil; elles répandent une certaine pâleur ſur cet aſtre, de ſorte qu'on peut le regarder fixement ſans ſe bleſſer la vue. Il ne fait jamais plus de brouillards que dans les mois d'hiver, tels qu'Octobre, Novembre, Décembre, Janvier, Février & Mars; & jamais il n'y en a moins que pendant les mois d'été, Mai, Juin, Juillet, Août: cela vient de ce qu'en hiver le froid de l'atmoſphere condenſe d'abord les vapeurs & les exhalaiſons qui s'élevent: c'eſt pour cette raiſon que l'haleine qui ſort de la bouche pendant l'hiver, forme une eſpece de nuage qui ne paroît point du tout en été.

J'ai obſervé à Leyde, pendant l'eſpace de 29 ans, le nombre de fois qu'il y a eu du brouillard pendant les différens mois de ces années; & voici le réſultat de mes obſervations.

Janvier,	Février,	Mars,	Avril,	Mai,	Juin,	Juillet,
132	83	44	13	3	4	2

Août,	Septembre,	Octobre,	Novembre,	Décembre.
2	13	52	96	98

Dans les endroits ſitués vers le pôle ſeptentrional, comme le Groenland, la baie d'Hudſon, Terre-Neuve, l'Acadie, l'Iſle Royale, dans tous ces endroits, dis-je, où le terrein humide exhale beaucoup de vapeurs, on y voit preſque toujours des brouillards humides, épais, & qui ſe ſuccedent les

uns aux autres pendant plusieurs jours; ce qu'on observe sur-tout dans le printems & dans l'automne (1) : on en observe aussi pendant l'été, dans les parties du Groenland, qui sont situées sur le bord de la mer; parceque les vapeurs s'y élevant dans un air froid, s'y condensent très promptement. On observe aussi de fréquens brouillards en Pologne; on les observe ordinairement après l'équinoxe d'automne : on y en voit quelquefois vers le milieu de l'hiver; & lorsque cela arrive, on observe pour l'ordinaire que le tems devient pluvieux ensuite, & que la gelée cesse (2). J'ai remarqué que la plûpart des brouillards qui s'élevent en Hollande, paroissent après un vent d'Ouest, ou lorsque ce vent souffle. J'ai remarqué la même chose lorsqu'il regne des vents de Sud-Ouest & de Sud-Est; mais rarement avec les autres vents : cela vient de ce que ces vents apportent beaucoup de vapeurs de la mer qui est dans le voisinage de cet endroit; or lorsque ces vapeurs ne sont enveloppées que d'une petite atmosphere électrique, à peine peuvent-elles s'élever; elles flottent & elles rampent au-dessus de la surface de la terre, de sorte que les objets qui sont placés sur la surface de la terre, ou qui sont peu élevés au-dessus de cette surface, sont alors obscurcis, & ne deviennent visibles que lorsque ce brouillard est dissipé : cela peut venir de ce que ces sortes de vents diminuent un peu le ressort de l'air, & le rendent moins propre à soutenir ces vapeurs; tandis qu'au contraire, lorsque les vents du Septentrion soufflent, comme ces vents sont très secs, ils augmentent le ressort de l'air, & empêchent que les vapeurs demeurent suspendues au-dessus de la surface de la terre, & y forment des brouillards. Lorsqu'il gele, & que la gelée dure quelque tems, & qu'elle diminue la pesanteur de l'air, comme on peut s'en convaincre par la chûte du mercure dans le barometre, les nuées descendent lentement vers la surface de la terre, & un vent doux venant à les pousser vers cette surface, elles enveloppent de brouillard les corps qui sont placés au-dessous d'elles : or l'étendue de ces nuées & la qualité du vent, décide de la quantité de corps qui sont ainsi enveloppés, & de la durée de ce brouillard.

On remarque la plûpart du tems, dans la baie d'Hudson, que les brouillards sont comme appuyés sur de grands glaçons, ou qu'ils les entourent à une grande distance; ces brouillards s'élevent rarement jusqu'à la hauteur d'un mât de navire : or ces glaçons venant à flotter dans l'Océan, refroidissent l'air ambiant jusqu'à une très grande distance; & les vapeurs de la mer, s'élevant dans cet air refroidi, s'y condensent & forment des brouillards.

§. MMCCCXX. Lorsque les brouillards subsistent pendant plusieurs jours de suite, on observe pour l'ordinaire, qu'il survient ensuite de la pluie ou de la neige; parceque les vapeurs se réunissent & se condensent assez pour former de plus grandes masses : en effet, ces vapeurs rampant au dessus de la surface de la terre, se trouvent en contact, & choquent les corps saillans qui y sont placés; elles perdent alors leur électricité, elles se repoussent donc

(1) Hans Egede in Descript. Groenland. Cap. 4. Ellis Voyag. to Hudson's baye. pag. 171. Chabert, Voyage sur les côtes de l'Amérique Septentrionale. pag. 44.
(2) Erndtelius in Warsavia illustrata.

moins qu'auparavant : cette force répulsive étant diminuée, leurs parties se rapprochent les unes des autres; quelques-unes tombent sur celles qui sont au-dessous, & se réunissent; de sorte que si l'air est tempéré, elles se convertissent en une pluie fine : mais si l'air est froid, elles se changent alors en gelée blanche ou en neige; c'est pour cette raison qu'un brouillard épais qui tombe sur la surface de la terre, arrose cette surface de même que si la pluie étoit tombée dessus, & sur-tout si ce brouillard n'est formé que de vapeurs.

Comme le brouillard n'est composé que de vapeurs extrêmement rares & ténues, ses parties se dérobent à notre vue; mais si plusieurs de ces parties viennent à se réunir, elles forment alors de petites gouttes sensibles, qui ressemblent assez bien à des gouttes de pluie : d'où il suit qu'il ne doit point paroître étonnant qu'on observe quelquefois dans le brouillard un arc-en ciel un peu pâle & tirant sur le blanc, telle que *Dechales* dit l'avoir observé (1).

§. MMCCCXXI. Le brouillard se manifeste lorsque l'atmosphere est dense, & que la colonne de mercure est très élevée dans le barometre, lorsque le ciel est tranquille depuis long-tems, & qu'il s'est élevé pendant ce tems beaucoup de vapeurs & d'exhalaisons; car la quantité abondante de ces vapeurs & de ces exhalaisons, le peu d'ordre qui regne dans la disposition de leurs parties, rendent l'air opaque, & dérobent la lumiere du soleil. Cela arrive encore, parceque ces exhalaisons, étant spécifiquement plus pesantes que l'air que nous supposons alors tranquille, commencent à tomber. On remarque encore du brouillard lorsque la colonne de mercure est peu élevée dans le barometre, lorsque l'air étant calme depuis peu de tems, ne demeure pas long-tems ensuite dans cet état; il laisse alors échapper & tomber tout ce qui étoit suspendu, & qui s'est, pour ainsi dire, dissous dans son sein, ne pouvant point alors retenir ces petites molécules, eu égard à sa rareté & à sa légéreté : alors les nuages se convertissent en brouillards, comme nous l'avons dit ci-dessus.

§. MMCCCXXII. Tous les brouillards que j'ai observés jusqu'à présent, soit à Leyde, soit à Utrecht, s'attachent sans distinction à toute espece quelconque de corps polis, ou non polis, & même à ceux qui sont couverts d'aspérités. Lorsque ces brouillards sont fort humides, ils pénetrent jusques dans l'intérieur des maisons; ils s'attachent aux lambris, aux murs, aux fenêtres, & à toutes surfaces quelconques, d'où ils coulent sous la forme de petites gouttes.

§. MMCCCXXIII. Les brouillards obscurcissent tantôt plus, tantôt moins la lumiere du soleil; ils sont quelquefois si épais, & ils obscurcissent tellement alors la lumiere du jour, qu'on peut à peine distinguer, même en plein jour, ceux qui sont à côté de soi, & avec lesquels on parle, tandis que le soleil éclaire & darde ses rayons sur les objets les plus élevés, & qu'il brille sur le sommet des montagnes & des tours : ces brouillards sont alors aussi épais que ces noires fumées que le mont Æthna vomissoit autrefois, & qui obscurcissoient tellement les contrées voisines, à ce qu'on rapporte, que pendant l'espace de deux jours, un homme avoit peine à distinguer

(1) Tract. de Meteoris. §. 4.

un

un autre homme qui étoit auprès de lui. Cette obſcurité de l'air dépend de la diſpoſition irréguliere de pluſieurs parties qui ſe ſont élevées en vapeurs: elle dépend des différentes atmoſpheres électriques qui les enveloppent: elle dépend auſſi de l'irrégularité, de la figure & de la grandeur des pores qu'elles forment, avec l'air dans lequel elles demeurent ſuſpendues : enfin elle dépend encore de la grande différence qui ſe trouve alors entre la denſité de l'air & celle des parties évaporées; d'où il arrive que la lumiere faiſant effort pour ſe mouvoir en ligne droite, & pour parvenir ſur la ſurface de notre globe, eſt différemment attirée de tous côtés, & eſt détournée continuellement de la ligne droite qu'elle tendoit à parcourir: il arrive auſſi de là que l'air paroît quelquefois opaque & obſcur lorſqu'il n'eſt chargé que d'une très petite quantité de vapeurs; tandis que d'autres fois il conſerve ſa tranſparence lorſqu'il eſt rempli de vapeurs, mais qui ſont plus uniformément électriſées & plus régulierement diſpoſées.

Il arrive quelquefois de ſubites opacités dans l'air : il s'obſcurcit quelquefois ſubitement lorſqu'il s'éleve dans l'atmoſphere des exhalaiſons de certains fluides qui fermentent enſemble par leur mêlange: on trouve un exemple de ce phénomene lorſqu'on débouche une fiole qui contient de l'eſprit volatil de ſel ammoniac, & qu'elle eſt placée dans le voiſinage d'une autre fiole ouverte remplie d'eſprit de nitre; les vapeurs qui s'élevent de ces deux fluides, ſe mêlant enſemble dans l'atmoſphere, font efferveſcence & forment une eſpece de brouillard.

On remarquera auſſi qu'il ſurviendra ſubitement des eſpeces de brouillards vers la ſurface de notre globe, lorſque des exhalaiſons qui ſe ſeront élevées juſqu'à la région ſupérieure de l'air, ſe rencontreront ſans pouvoir ſe mêler enſemble, & qu'elles ſe précipiteront de la même maniere qu'on opere les précipitations chymiques dans nos Laboratoires.

§. MMCCCXXIV. On remarque quelquefois que le brouillard eſt fort délié & diſperſé dans une grande étendue de l'atmoſphere, de ſorte qu'il n'intercepte que très peu la lumiere du jour : dans ces circonſtances on peut regarder fixement le ſoleil ſans qn'il bleſſe la vue: cet aſtre paroît alors aſſez pâle, ſans aucune ſplendeur qui l'environne, & le ciel nous paroît d'une couleur bleue, de même que ſi le tems étoit paſſablement beau & ſerein (1)

§. MMCCCXXV. Pourquoi fait-il beau le jour pendant l'été, lorſque l'air ſe trouve chargé de brouillards le matin? Cela ne vient-il pas de ce que le brouillard, étant alors mince & délié, eſt déterminé vers la ſurface de la terre par les rayons du ſoleil, qui le diſperſent encore davantage & le rendent beaucoup moins épais qu'il n'étoit auparavant; de ſorte que ſes parties, devenues fort petites & étant ſéparées les unes des autres, vont flotter çà & là dans l'atmoſphere.

§. MMCCCXXVI. Pourquoi ſe forme-t-il tout-à-coup de gros brouillards à côté & ſur le ſommet des montagnes? Cela n'eſt-il pas occaſionné par les vents qui, venant à rencontrer des vapeurs & des exhalaiſons déliées & diſ-

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1721 & 1729.

perſées dans l'air, les emportent avec eux & les pouſſent contre les montagnes où ils les condenſent?

§. MMCCCXXVII. Pourquoi, lorſqu'on ſe tient dans une vallée d'où l'on conſidere de côté une montagne à l'endroit où le ſoleil darde ſes rayons, en voit on ſortir une épaiſſe vapeur qui paroît s'élever comme la fumée d'une cheminée? Cela ne vient-il pas de ce que l'Obſervateur, regardant latéralement les rayons du ſoleil qui tombent ſur la montagne, voit alors diſtinctement les vapeurs qui s'élevent à travers ces rayons; de même qu'il diſtingue les petites pouſſieres qui s'élevent dans l'air au travers un faiſceau de rayons de ſoleil qu'il regarde obliquement?

§. MMCCCXXVIII. Lorſque les brouillards ſéjournent pendant longtems ſur la ſurface de la terre, ils endommagent les plantes, ils les font moiſir, & ils les pouriſſent, parceque ces brouillards ſont remplis de ſemences de moiſiſſure, qui y flottent & qui y ſont ſuſpendues, & que ces ſemences trouvant un aliment convenable dans les plantes qui ſont humectées par les vapeurs, s'y attachent & y croiſſent. Lorſque le brouillard porte une trop grande humidité ſur les plantes, il relâche leurs fibres au-delà de ce qu'il convient, de ſorte que les canaux ſurchargés de nourriture cedent au poids qui les écraſent, ſe briſent, & les plantes pourriſſent.

Des Nuées.

§. MMCCCXXIX. Une nuée n'eſt autre choſe qu'un nuage ou un brouillard, mais qui s'éleve plus haut & qui demeure ſuſpendu à une plus grande hauteur au-deſſus de la ſurface de la terre: c'eſt pour cela qu'un nuage ou un brouillard qui s'éleve fort haut dans l'atmoſphere, doit paroître converti en nuée. On ſera perſuadé de cette vérité ſi on fait attention à la fumée épaiſſe qui s'éleve des charbons de terre qu'on brûle dans la boutique des Forgerons, ou dans les braſſeries, ou à la fumée du chaume auquel on a mis le feu, ou à celle qui eſt occaſionnée par une décharge de canons, on verra que ces épaiſſes fumées ſe convertiſſent en nuées.

2°. Tous les voyageurs qui ont été dans les nuées ſuſpendues contre des montagnes, ou ſur leurs ſommets, ont tous obſervé que ces nuées n'étoient autre choſe que de véritables brouillards: c'eſt ce que nous ont appris *Labeus*, *Frelichius*, *Sturme*, *Mariotte*, *Dechales*, *Lamy*, *Frezier*, *Peyſſonel*, *Bouguer*; & aucun d'eux n'a jamais trouvé que ces nuées fuſſent formées de neige, de glace, ou de tout autre corps ſolide quelconque. Il peut cependant arriver que quelques particules de vapeurs extrêmement déliées & ſéparées avec quelques autres, ſe convertiſſent quelquefois en une eſpece de glace, eu égard au grand froid qui peut les ſaiſir dans la région ſupérieure de l'air; mais elles ne perdent pas pour cela la forme de nuées: & c'eſt pour cette raiſon que ces célebres Géometres, qui ont voyagé & qui ont fait des obſervations ſur la montagne Pichinca, ont quelquefois obſervé des eſpeces d'iris fort curieuſes dans ces ſortes de parties.

3°. Quiconque ſera monté ſur le ſommet d'une montagne fort élevée, & conſidérera attentivement les nuées qui ſont au-deſſous de lui, s'imaginera

voir un amas confus de coton; mais s'il descend jusques dans la nuée, il ne trouvera plus que du brouillard.

4°. Les nuées changent continuellement de figure; ce qui n'auroit pas lieu si elles étoient composées de petites masses solides, au lieu que cela se conçoit très facilement dans la supposition qu'elles ne sont que de la fumée, des vapeurs, des nuages, en un mot, des exhalaisons très subtiles échappées des différentes parties de notre globe.

5°. On ne conçoit pas que les nuées puissent se changer en corps solides, puisqu'elles auroient alors une pesanteur spécifique beaucoup plus grande que celle de l'air, & conséquemment se précipiteroient de haut en bas par l'excès de leur poids, à moins qu'elles ne fussent retenues par des vents impétueux qui souffleroient en sens contraire; mais aussi elles tomberoient avec une vîtesse incroyable lorsqu'elles seroient en repos: ce qui est contre l'expérience journaliere qui nous fait observer qu'elles demeurent constamment en place, quoiqu'elles nous paroissent comme des masses solides.

☞ §. MMCCCXXX. Les nuées nous paroissent cependant bien plus épaisses & bien plus opaques que le brouillard: elles nous paroissent aussi beaucoup plus blanches, & en les considérant même attentivement, on les prendroit pour de la neige, ou pour des corps solides & blancs. Ce phénomene ne dépend point de la différente disposition des parties des nuées & du brouillard, quoique nous ne nions point que les brouillards, en s'élevant, puissent perdre une partie de leur électricité, ou qu'ils puissent se condenser un peu lorsqu'ils sont parvenus à la région supérieure de l'air, où ils éprouvent un plus grand froid; mais le phénomene dont il est ici question, vient de ce qu'un Observateur, placé au milieu d'un brouillard, n'est affecté que d'une foible lumiere, qui d'ailleurs est très peu abondante; car ce n'est que celle qui peut percer le brouillard: mais lorsque l'Observateur est placé au-dehors d'une nuée qui est fort élevée au-dessus de sa tête, & qu'il la regarde d'un endroit où l'air est pur, il reçoit alors la lumiere qui vient du dehors, qui tombe sur la nuée, & qui se réfléchit vers son œil, & dans ce cas, la lumiere réfléchie est beaucoup plus abondante, & conséquemment plus forte que la lumiere transmise, telle qu'étoit celle qu'il recevoit dans le brouillard: or comme la lumiere réfléchie par une nuée n'est point réfractée, ni conséquemment séparée en ses différens rayons colorés, cette lumiere est très blanche; & c'est pour cette raison que lorsqu'un Observateur placé sur le sommet d'une montagne très élevée, considere une nuée qui se trouve au dessous de lui, elle lui paroît très blanche.

Les nuées interceptent aussi les rayons du soleil, de sorte que le ciel peut paroître triste & obscur pendant le jour, quoique les pores disséminés entre les parties des vapeurs soient très grands, & conséquemment puissent livrer passage à une lumiere abondante; ce qui devroit rendre ces nuées très claires & très diaphanes. Mais l'opacité qu'on remarque alors dans ces nuées, dépend du peu d'ordre qui se trouve dans la disposition de leurs parties: elle dépend encore de l'irrégularité de leurs pores, & de la différence qui se trouve entre la densité des parties & celle du milieu qui les entoure; de sorte que la lumiere du soleil venant à frapper une telle nuée pour la pénétrer, est inégalement attirée par ses différentes parties, & qu'elle est repous-

sée en toutes sortes de sens, & par ce moyen il n'y a qu'une très petite quantité de cette lumiere qui la pénetre : il suit de-là qu'une nuée peut absorber plus ou moins la lumiere qui l'éclaire, & conséquemment paroître plus ou moins sombre, plus ou moins noire.

§. MMCCCXXXI. Les nuées s'élevent à différentes hauteurs dans notre atmosphere, & y demeurent suspendues : on en voit quelquefois plusieurs qui sont suspendues les unes au-dessus des autres, & qui paroissent fort distinctes ; ce qui dépend sur-tout de la maniere selon laquelle elles sont électrisées, & de la différence de leur pesanteur spécifique, qui les tient en équilibre avec un air plus ou moins dense. On connoît qu'elles sont suspendues les unes au-dessus des autres par les différentes routes qu'elles prennent. Le neuvieme jour du mois d'Août de l'année 1748, j'observai très distinctement pendant qu'il tonnoit, trois especes différentes de nuées placées à différentes hauteurs les unes au-dessus des autres ; les plus élevées étoient en repos ; celles qui étoient à une hauteur moyenne se mouvoient avec peu de vîtesse ; mais celles qui étoient les plus proches de nous étoient emportées par le vent avec une très grande vîtesse, & ces dernieres fondoient en eau.

§. MMCCCXXXII. Quelle est la plus grande hauteur à laquelle les nuées les plus rares s'élevent ? c'est ce qu'on ne peut point déterminer d'une maniere très certaine : il paroît cependant qu'il y en a quelques-unes qui sont plus élevées que le sommet des plus hautes montagnes ; car on observe que le sommet du pic de Teneriffe, qui est élevé de 2566 toises, est souvent entouré d'une nuée. Le sommet du mont Chimboraco, au Pérou, qui a 3217 toises d'élévation au-dessus de la surface de la mer, est perpétuellement couvert de neige : or cette neige doit nécessairement tomber d'une nuée qui soit plus élevée ; & même M. *Bouguer* a observé des nuées qui étoient à 300 ou 400 toises au-dessus du sommet de cette montagne : il a même observé que le volcan qui est situé sur cette montagne, jettoit une fumée qui s'élevoit de 700 ou 800 pieds au-dessus de son sommet. *Riccioli*, ayant mesuré géométriquement la hauteur des nuées, observe que les plus élevées ne se portent point à 5000 pas de hauteur. *Kepler* prétend qu'elles ne s'élevent pas au-delà de $\frac{1}{4}$ de mille d'Allemagne. Comme le mont Chimboraco est de 3217 toises d'élévation, & qu'il y a des nuées qui sont suspendues à 400 toises au-dessus, l'élévation de ces nuées doit être de 21702 pieds ; & conséquemment *Riccioli* s'est trompé lorsqu'il a fixé leur plus grande hauteur au-dessous de 5000 pas. Les nuées pouvant s'élever à des hauteurs aussi considérables que celles que nous venons d'indiquer, peuvent par conséquent faire tomber de la pluie & de la neige sur le sommet des plus hautes montagnes. Peut-être même que certaines exhalaisons très subtiles s'élevent encore plus haut, ainsi que quelques Physiciens l'ont conjecturé, d'après des observations faites sur de certaines aurores boréales ; mais toutes ces choses ne sont point encore assez connues.

§. MMCCCXXXIII. Une montagne fort élevée peut arrêter & fixer non-seulement une nuée qui a été portée contre elle, mais encore plusieurs autres nuées qui auroient pu se dissiper à quelque distance ; parceque l'air qui est derriere cette montagne est fort tranquille, & que le vent qui souffle

vers la partie opposée de la montagne, les porte contre elle, & les y retient (1).

§. MMCCCXXXIV. Les nuées changent continuellement de grandeur & de figure; car l'air dans lequel elles sont suspendues n'est presque jamais calme: aussi remarque-t-on que plusieurs parties se détachent des nuées, & sont emportées çà & là, tandis que d'autres parties viennent se joindre au gros de la nuée. Il se trouve aussi dans l'atmosphere quantité de vapeurs qui ne sont point sensibles lorsqu'elles sont élevées dans la région supérieure de l'air; il s'en éleve aussi continuellement de nouvelles: toutes ces vapeurs se portant dans une nuée qu'elles rencontrent, se joignent les unes aux autres, composent une masse sensible, augmentent la nuée, & lui font changer de figure. S'il survient quelque vent un peu violent qui souffle d'en-haut ou d'en-bas contre la nuée, il en détache de très grandes parties qui demeurent suspendues, quoique séparées de la masse totale qu'elles concouroient à former.

§. MMCCCXXXV. Le contour ou les bornes des nuées sont fort irrégulieres & comme raboteuses, ainsi qu'on peut s'en convaincre en considérant leurs bords: ceux qui, placés sur le sommet des montagnes, considerent les nuées qui sont au-dessous d'eux, voient que leur partie supérieure n'est pas plus réguliere que leur contour. A la vérité la partie inférieure des nuées, celle qui répond à la surface de notre globe est moins irréguliere: d'où il suit que les nuées ne sont point une masse solide formée de la réunion de différentes parties; car un fluide ainsi réuni, & placé dans un autre fluide, prendroit une figure sphérique, & conserveroit cette même figure lorsqu'il se convertiroit en un corps solide.

§. MMCCCXXXVI. Les Physiciens ne s'accordent point entr'eux lorsqu'il s'agit de décider si la surface supérieure & la surface inférieure des nuées est plane ou inégale & comme raboteuse; il me paroît constant que ces deux dispositions leur conviennent: on ne peut nier cependant que lorsque les vents sont violens, ils emportent avec eux & séparent de la masse totale les parties de ces surfaces qui excedent les autres, ou qu'ils les appliquent de part & d'autre sur le corps de la nuée. Le célebre *la Caille* (2) nous apprend que les surfaces des nuées qui entourent le sommet des montagnes du Promontoire de Bonne-Espérance sont planes de part & d'autre.

§. MMCCCXXXVII. Les nuées different aussi beaucoup en grandeur; on en observe de très petites: il y en a d'autres que *Mariotte* a observées, & auxquelles il a trouvé plus d'un mille de longueur (3). Il y en a d'autres dont l'épaisseur a quelques centaines de pieds en hauteur: ces dernieres ont été observées par des Voyageurs qui les traversoient en montant sur le sommet de quelques montagnes. La quantité de pluie qu'on recueille d'une nuée qui se fond, prouve encore la même chose: en effet, j'ai observé quelquefois qu'une nuée ne paroissoit presque point changée après avoir versé un pouce d'eau

§. MMCCCXXXVIII. Souvent les nuées sont emportées par les vents

(1) Bouguer, Voyage au Pérou. (2) Observ. de l'Abbé de la Caille. (3) Mouvemens des Eaux. Chap. 3.

avec une très grande vîtesse, & elles suivent la même direction que ces vents; lorsqu'elles sont maîtrisées par des vents qui soufflent dans une direction horisontale, & à même hauteur de terre, on leur voit parcourir six à sept milles de France dans l'espace d'une heure : en effet, ces nuées sont en équilibre avec l'air; il faut donc de toute nécessité qu'elles se meuvent de bas en-haut, de haut en-bas, horisontalement avec une même vîtesse & une direction semblable à celle que les vents procurent à l'air dans lequel elles sont suspendues, à moins qu'un vent trop rapide ne les divise en plusieurs parties, & ne les dissipe sur-le-champ : c'est pour cette raison qu'on remarque souvent un tems très serein ou sans nuées, tandis qu'il fait une forte tempête. Si les vents forment des tourbillons, ils arrondissent les nuées, & souvent alors les parties de la circonférence de ces nuées, cédant à leurs forces centrifuges, s'échappent & se dissipent, la nuée décroît insensiblement de grandeur, & disparoît enfin. Quelquefois les nuées se dissipent en montant; elles se dispersent dans l'air, & forment avec lui un milieu diaphane. Cet effet a lieu lorsque les rayons du soleil tombant sur les vapeurs, les divisent, les atténuent, & lorsqu'elles sont entourées d'une forte électricité : c'est pour cette raison qu'elles s'élevent souvent plus haut au lever du soleil, & qu'on les voit monter, soit avec un mouvement uniforme, soit avec un mouvement précipité. M. *Bouguer* dit avoir observé un semblable phénomene (1). De-là vient qu'une nuée frappée par les rayons du soleil, semble commencer à jetter de la fumée, & qu'elle se change ensuite en des nuées plus élevées. Les nuées se dissipent aussi lorsque l'air dans lequel elles sont suspendues devient plus pesant; car elles sont alors obligées de s'élever plus haut pour être en équilibre avec un air plus raréfié, & à proportion qu'elles montent à travers un air plus pur, qui en dissout quelques parties, avec lesquelles il se mêle, elles diminuent & elles se dissipent insensiblement.

§. MMCCCXXXIX. Les nuées paroissent de diverses couleurs; mais elles sont ordinairement blanches lorsqu'elles réfléchissent la lumiere telle qu'elle vient du soleil, sans la séparer en ses différentes couleurs. On voit aussi lorsqu'il tonne, des nuées brunes & obscures, qui absorbent la lumiere qu'elles reçoivent, & n'en réfléchissent presque point. Les nuées paroissent rouges le matin lorsque le soleil se leve, & le soir lorsqu'il se couche, & celles qui sont plus près de l'horison paroissent violettes, & deviennent bien-tôt après de couleur bleue. Ces couleurs dépendent de la lumiere qui pénetre dans les globules transparens de vapeurs, laquelle venant à se réfléchir, sort par un autre côté & se sépare en ses couleurs, dont le rouge vient d'abord frapper notre vue, ensuite le violet, le bleu après, suivant la différente hauteur du soleil : ce qui s'opere en quelque façon de la même maniere que dans l'iris, comme nous l'expliquerons ci dessous. On peut aisément concevoir par ce que nous venons de dire, pourquoi certaines nuées peuvent paroître vertes, telles que celles que *Frezier* a observées dans son voyage en Amérique, & dont il nous a donné la description.

§. MMCCCXL. Pourquoi l'air s'obscurcit-il ordinairement lorsque le mercure baisse dans le barometre? Cela ne vient-il pas de ce que le mercure

(1) Voyage au Pérou.

fait alors connoître que l'atmosphere devient plus léger, & que par conséquent il n'est plus en état de soutenir, comme auparavant, une si grande quantité de vapeurs & d'exhalaisons; de sorte qu'elles sont obligées de descendre, & elles forment alors, en se réunissant, un nuage beaucoup plus obscur & plus sombre.

§. MMCCCXLI. Quoique les exhalaisons & les vapeurs qui flottent dans l'atmosphere, & qui y forment des nuées, soient en équilibre avec la masse d'air qui les contient, elles n'ont pas pour cela perdu leur poids; elles sont encore aussi pesantes qu'elles l'étoient lorsque réunies elles faisoient partie des masses dont elles se sont séparées : & de même qu'une nouvelle masse d'eau ajoûtée à une autre masse, & qu'une nouvelle quantité d'air injectée dans une autre masse d'air, augmente le poids de la masse qui reçoit cette nouvelle quantité; pareillement les vapeurs qui s'élevent dans l'atmosphere augmentent le poids de l'air : d'où il suit que l'atmosphere est moins pesante lorsqu'elle contient peu de nuées, & qu'elle est beaucoup plus pesante lorsqu'elle en est remplie.

Mais quel est le poids de chaque nuée en particulier? C'est ce qu'on ne peut déterminer exactement; parceque les nuées sont plus rares les unes que les autres, qu'elles sont en équilibre avec des régions d'air de différente densité. Pour donner néanmoins quelqu'idée sur le poids des nuées, supposons qu'une nuée soit composée de dix particules d'air, & d'une particule de vapeur : calculons quel peut être le poids d'une masse d'air, dont les dimensions seroient égales à celles de cette nuée; prenons la dixieme partie de ce poids, & nous aurons le poids de la nuée. Supposons, par exemple, que le poids d'un pied cubique d'air = 694 grains, & que la nuée dont nous voulons connoître le poids ait 6000 pieds en longueur, 6000 en largeur, & 1000 en hauteur; ces dimensions donneront en solidité 36000000000 pieds cubes. Ce nombre multiplié par 694 grains, donnera pour poids de la nuée 24984000000000; mais, dans notre supposition, les vapeurs ne sont que la dixieme partie de ce poids. Divisons-le donc par 10 pour avoir celui des vapeurs, & nous aurons 2498400000000 grains : or une livre comprend 7680 grains (1); par conséquent pour réduire le poids précédent en livres, il faut le diviser par 7680, & le quotient sera 325182290 ℔, & quelque chose de plus : d'où il paroît que le poids d'une telle nuée est immense, & que le poids de l'atmosphere doit être augmenté au-delà de ce qu'on peut imaginer par celui des nuées qui y sont suspendues : mais en supposant que les vapeurs ne fussent que la centieme partie de la masse d'air qui les contient, il ne s'agiroit alors que d'effacer le dernier chiffre à droite du nombre précédent; & si elles n'en formoient que la millieme partie, on retrancheroit encore le chiffre suivant, & ainsi de suite, & malgré cela on ne pourroit disconvenir que le poids des vapeurs ne fût encore très considérable.

§. MMCCCXLII. Nous aurions encore bien des choses à considérer dans les nuées.

1°. Savoir si les nuées qui sont composées de vapeurs sont aussi électriques que celles qui sont composées d'exhalaisons.

(1) La livre ordinaire qui pese 16 onces, doit contenir 9216 grains. La livre de Médecine qui ne pese que 12 onces, contient 6912 grains.

2°. Si les nuées qui ſont compoſées d'exhalaiſons ſont auſſi électriques les unes que les autres, ou ſi elles ſont plus ou moins électriques les unes que les autres, ſuivant la différence des exhalaiſons qui les compoſent, ou la différence des ſaiſons ? Quelles ſont celles qui ſont plus ou moins électriques ?

3°. Pendant combien de tems l'atmoſphere électrique enveloppe-t-elle les nuées, ou peut-elle les envelopper, ou enfin a-t-elle coutume de les envelopper ?

4°. Toutes les nuées perdent-elles leur électricité de la même maniere, ou de différente maniere, & comment la perdent-elles ? Quelles ſont les cauſes ou les occaſions qui produiſent cet effet ?

5°. Les parties d'une nuée qui eſt en repos, le ſont-elles auſſi avec elles ? Il paroît vraiſemblable que ces parties ſont en repos de la même maniere que les parties d'un floccon de coton, ou d'un duvet électriſé, le ſont en s'étendant du centre à la périphérie de la maſſe qu'elles compoſent. Les parties des nuées ne ſont cependant pas toujours en repos; car on remarque dans le tems où le tonnerre gronde, que ces parties ſont dans une agitation continuelle : la nuée qu'elles compoſent eſt alors ſujette à quantité de variations; on la voit alors changer de figure, de denſité, de grandeur & de lieu.

§. MMCCCXLIII. L'uſage des nuées eſt fort étendu 1°. Elles tranſportent la matiere de la pluie dans toutes les différentes régions; car comme elles ſont en équilibre avec l'air, & qu'elles flottent dans ſon ſein, les vents les pouſſent de tous côtés, & les tranſportent aiſément d'un lieu dans un autre; elles ſe fondent ſouvent en eau, & elles fourniſſent par ce moyen à la nourriture des plantes : il arrive ſouvent que, ſans ſe convertir en pluie, elles humectent encore la terre; car elles ſont en grande partie compoſées de vapeurs. C'eſt pour cette raiſon que ceux qui voyagent dans les Alpes, dans les Pyrénées, & ſur d'autres montagnes, trouvent que le terrein, qui eſt aſſez élevé pour être plongé dans les nuées, eſt plus humide que par-tout ailleurs; parceque les nuées s'y déchargent d'une partie de leurs vapeurs (1). On remarque ſur-tout ce phénomene dans l'Iſle Saint-Thomas, dans laquelle il ne pleut jamais; mais au milieu de cette Iſle on voit une montagne fort élevée couverte d'arbres, qui eſt continuellement enveloppée de nuées, même pendant le jour : les parties de ces nuées pénetrent le ſol de cette montagne, & l'humectent tellement, qu'il en coule de petits ruiſſeaux qui ſuffiſent pour arroſer les plaines & les campagnes, ainſi que *Mercator* l'atteſte, d'après ſes obſervations. Dans l'Iſle de Fer, qui eſt une des Canaries, on voit croître une eſpece d'arbre dont le ſommet eſt toujours couvert de nuées : des feuilles de cet arbre coulent avec une eſpece de pluie, que les habitans ont le ſoin de recueillir autant qu'il leur eſt poſſible.

2°. Les nuées couvrent la terre en différens endroits, & la défendent contre la trop grande ardeur du ſoleil, qui pourroit la deſſecher & la brûler. Par là toutes les plantes ont le tems de préparer les ſucs dont elles ſe nourriſſent : ces ſucs, qui ſont encore cruds lorſqu'ils pénetrent les racines, les feuilles, les tiges & les fleurs des plantes, ſéjournent dans les canaux de ces

(1) Nollet, Phyſiq. Tom. 3. p. 380.

différentes parties; ils s'y cuisent, & ils y prennent les préparations qui leur sont nécessaires pour être propres à la nourriture des fruits.

3°. Les nuées semblent être aussi une des principales causes des vents libres; ce qui vient de ce que plusieurs de ces nuées sont formées de différentes exhalaisons qui se mêlent ensemble, fermentent, se développent en toutes sortes de sens, agitent l'air & excitent le vent: ou ces exhalaisons s'enflamment en fermentant les unes avec les autres, & poussent encore l'air avec plus de violence: ou il peut encore arriver que quelques parties de ces exhalaisons se précipitent par le mêlange; alors la chûte de ces parties agite l'air & produit du vent.

4°. Les nuées réfléchissent encore, de différentes manieres, & suivant différentes directions, les rayons du soleil qui étoient tombés sur la terre, & qui avoient été renvoyés vers elles; c'est par ce moyen que nous voyons plusieurs corps qui ne sont point éclairés par les rayons directs du soleil, mais sur lesquels les nuées réfléchissent une grande quantité de ces rayons.

De la rosée.

§. MMCCCXLIV. On appelle *rosée* les exhalaisons de la terre & les vapeurs, qui, par leur ténuité, se dérobent à notre vue, qui imitent quelquefois le brouillard, & qui s'élevent dans l'atmosphere, ou qui tombent de la région supérieure de l'atmosphere sur la surface de notre globe.

§. MMCCCXLV. On donne aussi le nom de rosée à certaines gouttes d'eau qu'on remarque le matin sur les feuilles des plantes qui sont exposées en plein air; cette opinion même est en si grand crédit, qu'on croit que c'est là la seule rosée qui existe, & que ce n'est autre chose qu'une vapeur qui tombe pendant la nuit, & qui se rassemble sur les feuilles des plantes. Mais plusieurs observations faites avec toute l'attention possible, m'ont enfin appris que ces goutes d'eau ne sont autre chose que la transpiration des plantes, qui s'échappe continuellement de leurs vaisseaux.

1°. J'ai remarqué que chaque plante avoit sa rosée particuliere, suivant la différente constitution de ses vaisseaux, & la disposition de leurs orifices: cette rosée est située à la pointe extérieure de l'herbe: ces gouttes se rassemblent sur toutes les éminences des feuilles de choux & de pavot. On remarque la même chose sur les feuilles du cresson alenois. Dans d'autres plantes, on remarque que ces gouttes se rassemblent vers le milieu de la feuille: dans d'autres, elles se ramassent vers la tige dans l'endroit où la feuille prend naissance: dans les feuilles de vigne, cette rosée se rassemble tout autour des parties saillantes, ainsi que *Bodin* l'a remarqué autrefois (1); ce qui lui donna occasion de nous avertir de ne point confondre cette sueur des plantes avec la rosée céleste. Cette idée est aussi confirmée par plusieurs observations très curieuses, que *Gersten* (2) a faites sur cette matiere.

2°. Si on renferme des plantes dans des vases, ou si on les couvre avec des cloches de verre, & qu'on entoure leurs tiges avec des lames de plomb

(1) Resta in Meteor. Lib. 3. Tract. 3. pag. 866.
(2) Tentamin. de Rore.

& de la cire, de façon que la vapeur ne puisse point s'élever de la terre sous ces vases, on remarque que les feuilles de ces plantes rassemblent pendant la nuit une plus grande quantité de ces gouttes d'eau, que les feuilles des autres plantes qui sont exposées en plein air. On peut observer aussi la même chose par rapport à la vigne, qui se couvre de ces gouttes pendant chaque nuit, quoiqu'elle soit exactement renfermée dans une serre. Cet arbrisseau transpire continuellement, & sa transpiration se présente toujours sous la forme de petites gouttes, qu'on remarque dans tous les endroits où les feuilles sortent des tiges; le péduncule des feuilles en est toujours couvert, ainsi que celui des raisins, & on ne connoît point de plantes exposées en plein air, qui soient si couvertes de rosée.

3°. Ces gouttes se font remarquer seulement dans les endroits où l'orifice des vaisseaux s'ouvre manifestement, & non sur toute la surface des feuilles: on ne les observe pas seulement sur les feuilles supérieures des arbres ou des plantes, ou sur leurs feuilles inférieures, comme on devroit les observer si cette rosée ne provenoit que d'une exhalaison ou d'une vapeur qui tomberoit d'en-haut & de tous côtés; mais on les remarque également sur toutes les feuilles quelconques, supérieures, moyennes, inférieures. A la vérité, cette sueur des plantes s'échappe continuellement des mêmes vaisseaux sous la forme d'exhalaisons; mais le vent ou la chaleur du jour suffit pour la détacher de l'endroit où elle pourroit s'amasser, & pour la dissiper. La nuit qui suit un jour très chaud, & lorsque l'air est calme, cette sueur s'échappe en plus grande abondance des vaisseaux qui la contiennent; elle se rassemble d'une maniere très sensible à l'orifice de ces vaisseaux, & elle ne se dissipe point dans l'atmosphere avant que le soleil, à son lever, ait raréfié & volatilisé cette liqueur. La manne, qui est un suc qui suinte, dans la Calabre, des vaisseaux des feuilles des ormes & des frênes, & qui s'attache à la partie inférieure nerveuse de ces feuilles, est semblable à la rosée. Les Anciens regardoient ce suc comme une rosée qui tomboit du ciel. Ce fut *Altomarus* qui détruisit le premier la fausseté de cette opinion; il entoura un arbre, & il le couvrit de toutes parts avec une étoffe, & il observa que cette manne ne se trouva pas moins abondante pour cela sur les feuilles de cet arbre; ce qui le détermina à croire que cette manne étoit le suc propre de l'arbre qui couloit au-dehors par les canaux de la partie nerveuse des feuilles des arbres sur lesquels on recueilloit la manne.

§. MMCCCXLVI. Les rayons du soleil qui tombent sur la surface de la terre, la pénetrent jusqu'à une certaine profondeur, au moins jusqu'à la profondeur de deux pieds; ces rayons pénetrent encore plus profondément dans l'eau: ils échauffent les corps qu'ils touchent; ils les raréfient; ils en séparent toutes les parties qui cedent à leur action, & qu'ils en peuvent détacher; ils les ébranlent, & ils leur communiquent du mouvement après les avoir séparés; de sorte qu'ils les élevent jusqu'à la surface de l'eau ou de la terre, d'où ils s'élevent dans l'air en vertu de l'atmosphere électrique qui les entoure. Toutes ces petites parties qui s'élevent ainsi pendant le jour, échappent à notre vûe, & se dispersent promptement dans l'air, qui est lui-même échauffé: elles s'élevent en plus grande abondance pendant le jour, néanmoins après le coucher du soleil, & pendant la nuit, l'atmosphere venant à se refroidir,

elles continuent encore à s'élever avec la matiere ignée, en vertu de la chaleur qu'elles ont reçue, & qu'elles conservent, & en vertu de leur électricité; mais elles s'elevent lentement, ainsi qu'on l'observe par rapport aux corps qui sont entourés d'électricité; de sorte qu'on observe quelquefois que la rosée ne s'éleve pas à plus de 31 pieds de hauteur dans l'espace d'une heure & demie. Ayant disposé des lames de verre à différentes hauteurs au-dessus de la surface de la terre, comme à un pouce, ensuite à 6, 13, 17, 25, 31 pieds, on a toujours remarqué que les plaques inférieures ont été couvertes de rosée, & selon leurs surfaces inférieures, avant celles qui étoient placées au-dessus. *Du Fay* a observé, après avoir ainsi disposé des plaques de verre, que la premiere, celle qui étoit plus proche de la surface de la terre, se couvrit de rosée dans l'espace de 5 ½ heures, tandis que les autres étoient encore seches : au bout de 6 heures la rosée étoit parvenue, & s'étoit attachée à une plaque qui étoit suspendue à 6 pieds de hauteur : au bout de 7 heures toutes les plaques étoient couvertes de rosée; mais les inférieures en avoient ramassé une plus grande quantité que les plaques supérieures.

§. MMCCCXLVII. La rosée qui s'éleve ainsi de la surface de la terre doit être différente, suivant la constitution naturelle du lieu & du terrein : on peut la regarder comme une espece de cahos qui renferme des molécules de toutes les substances perspirables. Dans certains endroits elle abondera en esprits, dans d'autres en huiles; ailleurs elle contiendra beaucoup de sels, de terres, de métaux, ou d'autres corpuscules d'autres substances tout-à-fait différentes. Bien plus, la rosée doit être encore différente d'elle-même dans un même endroit, suivant la différence des saisons; & on doit à plus forte raison trouver des différences plus marquées lorsqu'on compare de la rosée recueillie dans différens Pays : par conséquent si on recueille de la rosée en différens endroits, & qu'on la soumette à l'analyse chymique, elle donnera des produits bien différens : les uns seront chargés d'eau, les autres d'esprits odorans, de sels, d'huiles, de terres, &c. C'est pour cette raison que les Chymistes ne s'accordent point entr'eux sur la nature & la constitution de la rosée, & qu'ils ont écrit sur cela d'une maniere si différente. Un Chymiste ayant distillé de la rosée qu'il avoit recueillie, cette distillation lui fournit une liqueur qui imprimoit au verre les couleurs de l'iris, que l'eau-forte, ni une lessive de sels alkalis, ni le frottement, ne pouvoient effacer; & cette liqueur étoit aussi inflammable que l'esprit de vin (1). Ayant exposé de la rosée à une douce chaleur, & l'ayant laissé pendant huit jours en digestion, on la distilla six fois; elle se subtilisa tellement, qu'elle rompit trois vases de verre : elle demeura néanmoins insipide, quoiqu'elle ne parût contenir que des esprits (2). Le célebre *Grimm* ayant trouvé que la rosée, dans la nouvelle Hollande, avoit une saveur salée acidule & un peu vitriolique, en fit ramasser de grand matin, avant le lever du soleil; il la filtra, & il la fit évaporer à une chaleur de bain : le résidu lui fournit une liqueur jaune & pesante. Il mit de l'or dans cette liqueur, il en recueillit une poussiere qui s'étoit précipitée, & l'or n'avoit perdu que très peu de son poids : cette liqueur agissoit avec plus d'activité, & dissolvoit un peu plus aisément l'argent,

(1) Republ. des Lett. T. 1. p. 590. (2) Republ. des Lett. ann. 1708, p. 152.

ainsi que le cuivre, qui, dans l'évaporation, prenoit les couleurs de la queue d'un paon : le fer s'y convertissoit en un vitriol très doux ; le mercure, l'étain & le plomb s'y dissolvoient, & formoient avec elle une liqueur blanche, qui produisoit, par la distillation, un esprit semblable à celui du vinaigre distillé, mais beaucoup plus fort. Il s'élevoit & s'attachoit au col de la retorte un sel blanc crystallisé, semblable à du mercure sublimé, & il restoit au fond un sel qui avoit beaucoup d'analogie avec le sel marin (1). *Henshavius* a encore traité la rosée avec toute l'attention possible : après en avoir fait ramasser en Bretagne, il l'examina sur-le-champ, tandis qu'elle étoit fraîche ; il la filtra à travers un linge blanc : cette filtration lui donna une liqueur jaune couleur d'urine ; il en remplit, suivant différentes proportions, des alambics : il en mit quelques-uns dans le fumier, d'autres dans des bains, afin de la faire pourrir en l'exposant à une douce chaleur ; il laissa les choses en expérience pendant l'espace de deux mois, sans qu'il trouvât aucun indice de putréfaction ; car la rosée conservoit toujours sa même douceur, & devenoit même de plus en plus limpide ; ce qui le détermina à la faire évaporer. Il en distilla ensuite le résidu terrestre en l'exposant dans une retorte à un feu violent : la distillation faite, il recueillit une masse composée de sel & de soufre combinés dans une certaine proportion ; il la fit calciner plusieurs fois ; il la lessiva, & la colature lui fournit un sel blanc, volatil, exagonal comme le nitre.

Je recueillis de la rosée dans mon Observatoire à Utrecht ; cette liqueur étoit trouble, tirant sur le jaune, mêlée de fibrilles, non dépourvue d'odeur & de saveur : je la renfermai dans une bouteille que j'eus soin de boucher, & je remarquai au bout de deux semaines, qu'elle avoit déposé quantité de matiere au fond de la bouteille ; je remarquai d'autres matieres qui surnageoient ; j'en vis d'autres moins pesantes que les premieres, qui se tenoient à un pouce ou environ du fond de la bouteille ; ces dernieres ressembloient à de petites pellicules de couleurs cendrées. La rosée répandoit alors une odeur plus forte ; ayant recueilli la partie la plus pure de cette rosée, pour la distiller jusqu'à moitié, elle me produisit une liqueur très limpide, très pure, sans couleur, sans aucunes fibrilles ; mais elle sentoit le brûlé : elle avoit une certaine saveur, & elle étoit de même pesanteur spécifique que la pluie : je versai de cette liqueur sur de l'eau forte, & sur une lessive alkaline ; mais je ne remarquai aucun signe de fermentation : les feces que je recueillis après la distillation, qui étoient seches & terrestres, avoient une saveur salée & amere, & 56 $\frac{1}{2}$ dragmes de cette matiere ne me donnerent qu'un seul grain de sel. Cette même matiere, exposée sur des charbons ardents, ne s'enflammoit point, mais s'enfloit de même que de l'alun, ou du borax : ce sel, dépouillé de sa partie terrestre, qui étoit brune, & qui pesoit $\frac{1}{2}$ grain, devint aussi tôt volatil.

Je conservai de la rosée dans une fiole exactement bouchée, & je l'exposai tous les hivers à la gelée, afin de la convertir en glace. Pendant l'espace de vingt-quatre ans que je répétai cette expérience, cette

(1) Ephemerid. Nat. Curios. Decur. 2, Art. 4. Obs. 56.

rosée conserva toujours sa même saveur, la même odeur, & elle demeura aussi pure & aussi limpide (1).

§. MMCCCXLVIII. Les qualités de la rosée doivent donc être différentes, & participer à celles des différentes parties qui entrent dans sa composition; elle doit donc être plus ou moins nuisible à l'économie animale: aussi remarque-t-on que la rosée cause des ophtalmies (2) dans la Ville d'Alep, où les habitans dorment en plein air, & sur les toits des maisons, ainsi que *Russel* nous l'apprend (3). Suivant le rapport d'*Hoffman*, on croit qu'elle peut engendrer des fievres ardentes & des dyssenteries (4). Les Anciens nous ont aussi transmis que ceux qui se promenent souvent dans des prairies couvertes de rosée (5), ainsi que ceux qui boivent de l'eau que ce météore peut fournir, sont exposés à avoir la galle (6). Les Arabes nous assurent que la rosée endommage & fend le ventre des brebis & des chevres qui se couchent dessus, & qui en emportent avec elles. *Thomas de Cantimpré* nous avertit d'empêcher les bergers de conduire les troupeaux de trop grand matin dans des prairies couvertes de rosée; parceque la rosée peut leur fendre le ventre, & les blesser au point de les faire périr.

§. MMCCCXLIX. La rosée differe aussi en ce qu'il y en a quelqu'espece qui tombe, qui mouille & qui humecte indistinctement toutes sortes de corps, selon toute l'étendue de leur surface; telle est celle qui tombe à Leyde; & voici comment je m'y pris pour m'en assurer: pendant les mois de Juillet & d'Août, j'eus soin de placer des corps de toutes sortes d'especes dans des gouttieres de plomb, qui séparent ordinairement les toits des maisons voisines, & je remarquai que tous ces corps étoient couverts de rosée. Je répétai aussi ces expériences dans un jardin situé au-delà de la Ville; je plaçai toutes sortes de corps sur une table de 2 ½ pieds d'élévation, & je ne m'apperçus point qu'aucune force répulsive eût garanti aucun de ces corps de l'humidité de la rosée. On remarque au contraire dans la

(1) L'Auteur ne s'explique point sur l'espece de rosée qu'il conserva: seroit-ce de cette liqueur limpide que la distillation de la partie la plus pure de la rosée lui fournit? ou seroit-ce de la rosée qu'il auroit simplement recueillie, comme la premiere dont nous venons de parler? C'est ce qu'on ne peut décider. *Rorem in phialâ clausâ servavi.* Le texte n'en apprend pas davantage: ce qui fait qu'on ne peut rien conclure de cette observation.

(2) Maladie des yeux; inflammation de la conjonctive, accompagnée de rougeur, de chaleur & de douleur, avec ou sans écoulement de larmes; ce qui établit deux especes d'ophtalmie: l'une humide, l'autre seche. Quelquefois l'inflammation se communique à toutes les parties du globe de l'œil, & à celles qui l'environnent. Ordinairement il s'attache de la chassie aux bords des paupieres, qui les colle ensemble: ce qui fait que *Celse* nomme cette maladie *lippitudo.*

Il y a une espece d'ophtalmie dans laquelle la conjonctive devient épaisse d'un travers de doigt; alors les paupieres sont renversées, sans pouvoir se fermer: la cornée transparente paroît comme dans un enfoncement. Cette maladie est accompagnée de grandes douleurs dans la tête & dans l'œil, de pesanteur au-dessus de l'orbite, d'insomnie, de fievre & d'autres accidens.

(3) Natural. History. of Alepo, pag. 137.

(4) System. Medic. Tom. 2. pag. 2.

(5) Plutarch. in Quæst. Natur. pag. 913.

(6) Seneca in Quæst. Natur. Lib. 3. Cap. 25.

Hesse, qui est une des parties de l'Allemagne, que la rosée ne mouille point toutes sortes de corps. Suivant les expériences du célebre *Gertsen*, elle ne tombe point sur ceux qui sont placés sur des lames ou sur des tables de métal. A Utrecht la rosée ne tombe point sur une plaque d'or, d'argent, d'étain, de cuivre, de similor, de fer poli, de plomb; elle ne tombe point sur une plaque de bismuth, de zinc; elle ne tombe point sur la surface du mercure, ni sur une espece de pierre bleue polie de Namur: mais elle tombe sur du fer brut, sur du fer peint, sur du fer blanc, sur des planches, sur du plomb dont la surface est rude, sur de l'ardoise, sur du verre, sur de la porcelaine, sur du talc, sur toutes les couvertures de soie, sur toutes sortes d'étoffes de laine, de coton, sur toute espece de cuir, sur le parchemin, sur le linge, soit qu'il soit peint ou teint, sur toutes sortes de papiers, sur la surface de l'eau, sur la terre seche ou humide, sur des tablettes de bois peintes avec de l'huile de lin, ou couvertes de vernis; mais je n'ai répété ces expériences que sur un petit nombre de corps. Il reste donc encore à examiner s'il en est de même par rapport à tout corps quelconque, soit dur, soit fluide, afin qu'on puisse s'assurer des différentes especes de corps sur lesquels la rosée tombe, & quels sont ceux sur qui elle ne tombe pas, ou quels sont les corps qui attirent la rosée, & quels sont ceux qui la repoussent.

M. *du Fay* a observé que la rosée qui tombe à Paris est fort analogue à celle qui tombe à Utrecht; il prit deux verres concaves, de l'espece de ceux dont on fait usage pour couvrir les cadrans des montres: l'un étoit entouré d'un cercle d'argent poli, & il le plaça sur une plaque d'argent, de maniere qu'il pût recevoir la rosée dans sa concavité; il plaça l'autre sur un morceau de porcelaine: ce dernier verre recueillit six fois plus de rosée que l'autre. Il remarqua outre cela, que l'anneau d'argent avoit repoussé la rosée à plus de 5 lignes de distance; de sorte que toute la circonférence du verre étoit à sec jusqu'à 5 lignes de distance du cercle.

Il prit ensuite une lame de cuivre polie de 6 pouces de longueur, 3 pouces de largeur, qu'il plaça sur une poutre à côté d'un morceau de verre dont les dimensions étoient les mêmes; & il remarqua que la plaque de verre avoit recueilli de la rosée, & que la plaque de cuivre n'en avoit point reçu; il couvrit après cela ces deux plaques avec une troisieme plaque de verre, & il observa que la partie de cette derniere qui couvroit la plaque de cuivre, n'avoit point ramassé de rosée, tandis que son autre partie en étoit couverte; de sorte que la force répulsive du cuivre s'étoit même manifestée à travers l'épaisseur du verre. Mais cette expérience ne réussit jamais à Leyde; car la rosée y tombe sur le cuivre aussi-bien que sur le verre, ainsi que je l'ai éprouvé plusieurs fois. Le même Académicien dont je viens de parler, prit un entonnoir d'étain qu'il couvrit grossierement avec un vernis de gomme lacque, & il observa que cet entonnoir recueillit de la rosée; il en recueillit néanmoins une quantité sous double de celle que ramassa un semblable entonnoir de verre (1).

Ayant coupé en quarré des morceaux de cuir parfaitement égaux, dont chaque côté étoit de 8 $\frac{1}{2}$ pouces; je les plaçai sur une plaque de similor, que

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1736.

Je posai dans un jardin d'Utrecht, sur une table de trois pieds d'élévation : ces morceaux de cuir étoient placés de façon que leur surface colorée étoit tournée vers le ciel, & j'observai qu'ils recueillirent la quantité suivante de rosée pendant la nuit suivante.

Cuir rouge de Turquie . .	84 grains.
jaune de Turquie . .	84
bleu de Turquie . . .	34
noir d'Espagne . . .	34
noir appellé chamois . .	34
rouge de Prusse . . .	47
de veau, mais non teint .	73

Or ces différences qu'on remarque dans les résultats de ces expériences, ne dépendent, ni de l'épaisseur, ni de la dureté, ni de la porosité, ni de la fermeté de ces différens cuirs, mais de leurs différentes forces attractives.

Mais pour m'assurer de ce fait par d'autres observations, je pris différentes petites boîtes de bois très seches, parfaitement égales; rondes & peu hautes, que je peignis intérieurement de différentes couleurs; je les plaçai en plein air sur une plaque de similor, & en deux heures de tems que je les laissai ainsi exposées pendant la nuit, voici ce qu'elles recueillirent de rosée.

Celle qui étoit peinte avec du cinnabre .	7,619 grains
de l'orpiment .	8,31
du masticot .	6,942
du verd-de-gris .	13,627
du bleu de Berlin	10,384
de la laque de Florence	6,242
du noir de fumée	13,559
de la ceruse .	5,2
Celle qui n'étoit point peinte .	14,403

Toutes ces différences dépendent de la force attractive, qui est elle-même différente dans tous les corps, & qu'on ne peut connoître que par des observations.

§. MMCCCL. Il y a des endroits où l'on voit la rosée qui s'éleve, & où l'on ne la voit point tomber. *Gersten* a observé ce phénomene dans la Hesse: *du Fay* l'a observé aussi à Paris. Il y a des endroits où la rosée s'éleve & tombe,

tels qu'à Leyde : en effet, on remarque qu'elle tombe sur des corps qui sont placés entre les toits des maisons à 30 pieds d'élévation du terrein : on remarque la même chose à Utrecht ; car ayant un jour placé sur la plate forme de mon Observatoire un tonneau de 30 pouces de hauteur, peint intérieurement & extérieurement, dans lequel j'avois mis une cloche de verre dans une situation renversée, j'observai qu'elle avoit reçu une certaine quantité de rosée dans sa concavité ; d'où il me parut convaincant que la rosée étoit véritablement tombée en cet endroit, quoi qu'il en soit de la cause qui l'eût déterminée à tomber. On croit néanmoins que la rosée qui s'éleve est douée d'un mouvement ondulatoire, & qu'elle est poussée par le vent, & que de cette maniere, lorsqu'elle est parvenue jusqu'à la hauteur où étoient placés les corps dont nous avons fait mention ci-dessus, elle s'y attache, ou elle refuse de s'y attacher, suivant qu'elle en est attirée ou non ; mais qu'il ne s'ensuit pas pour cela qu'elle tombe de haut en-bas. Quoique je ne nie point le mouvement d'ondulation qu'on attribue à la rosée, je soutiens que, dans cette hypothese, il n'auroit pas pu se faire que la rosée se fût ramassée dans la cloche de verre dont je viens de parler, & qui étoit renfermée dans un tonneau, & qu'elle se fût ramassée aussi sur les corps placés entre les toits des maisons, comme je l'ai observé ; ce qui fait que je ne peux point révoquer en doute, & que je regarde comme très certain, que la rosée tombe de haut en bas à Leyde & à Utrecht. Néanmoins la rosée s'éleve en plus grande abondance qu'elle ne tombe, ainsi qu'on peut s'en convaincre en suspendant en l'air des plaques de verre, on observera que leur surface inférieure, celle qui est tournée du côté de la surface de la terre, est plus couverte de rosée que la surface opposée. Je ne puis cependant croire que la rosée tombe de l'air sur les corps ; car le froid dont l'air est saisi fait qu'il ne peut point retenir d'humidité : d'ailleurs elle tomberoit indistinctement sur tous les corps qui seroient placés à côté les uns des autres, & cependant l'expérience nous apprend qu'elle ne tombe point sur les métaux polis, & sur certaines pierres dans le même tems qu'elle tombe très abondamment dans des vases de verre & de porcelaine. C'est cette raison qui m'a donné occasion d'examiner si l'électricité n'avoit point de part à ce phénomene ? Mais j'avoue ingénuement que je n'ai encore rien découvert de certain à cet égard : en effet, l'électricité influe aisément sur les métaux qui ne sont point idioélectriques, tandis qu'elle n'agit que difficilement, ou presque point, sur le verre & sur tous les corps idioélectriques ; par conséquent si la rosée étoit entourée d'une atmosphere électrique, cette vertu électrique, passant librement dans les métaux, détermineroit plutôt la rosée à tomber sur les métaux que sur le verre qui la repousseroit, de même qu'un duvet électrisé qui flotte & qui voltige dans l'atmosphere, est repoussé par un tube de verre électrique : si au contraire il n'y avoit aucune vertu électrique dans la rosée, ni dans les métaux ; alors les parties qui forment la rosée, ayant perdu leur mouvement, couvriroient toute la surface des métaux ; ce qui est tout-à-fait contraire aux observations de *Gersten* en Allemagne, & de *du Fay* en France, où ils ont observé que les métaux repoussoient la rosée, & refusoient de s'en couvrir. Mais aussi on remarque le contraire à Leyde. Ne pourroit-on pas dire que la chûte de la rosée sur le verre dépend de l'excès de la vertu électrique

du

du verre sur celle de la rosée, & que cet excès de force électrique dans le verre attireroit la rosée : mais qui est-ce qui pourroit ne pas appercevoir que c'est en ce point que git le nœud de la difficulté, & que nos connoissances sont encore très bornées sur cette matiere.

§. MMCCCLI. *Aristote* remarque qu'il n'y a point de rosée, à moins que l'air ne soit tranquille & non agité par un vent quelconque ; car un vent, quelque léger qu'on le suppose, emporte aussi-tôt avec lui les parties de la rosée qui tendoient à s'élever, & il les empêche de s'élever & de retomber. En effet, j'ai remarqué plusieurs fois, lorsque le tems étoit parfaitement calme, qu'il étoit tombé une très grande abondance de rosée deux ou trois heures après le coucher du soleil : j'ai remarqué outre cela qu'il en étoit moins tombé pendant les heures suivantes : qu'il n'en tomboit presque point vers le milieu de la nuit : qu'il en tomboit ensuite beaucoup lorsque le soleil étoit sur le point de se lever, mais qu'il n'en tomboit plus lorsque le soleil étoit sur notre horison. Si la rosée tombe lorsque le soleil se leve, & qu'il survienne un vent léger, alors la rosée est poussée comme une espece de nuage contre les différens obstacles qui sont placés à la surface de la terre ; tels que les arbres, les maisons, &c : elle s'y attache & s'y condense ; mais les rayons du soleil la dissipent ensuite, & la font disparoître.

§. MMCCCLII. J'ai remarqué que, dans ce Pays-ci, la rosée a coutume de tomber depuis le mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre ; parceque dans ces mois le soleil échauffe l'air : mais aussi lorsque l'atmosphere & la terre commencent à se refroidir, & que l'hiver approche, il ne s'éleve plus que très peu de vapeurs & d'exhalaisons du sein de la terre : j'ai aussi remarqué qu'en automne, lorsqu'il a fait chaud pendant le jour, & qu'un vent chaud s'est fait sentir, j'ai remarqué, dis-je, qu'il y avoit ensuite de la rosée ; mais on n'en voit que très peu en hiver, ou lorsque le vent froid du Nord Est se fait sentir.

§. MMCCCLIII. On ne peut gueres déterminer exactement la quantité de rosée qui s'éleve pendant chaque nuit, ou pendant tout le cours d'une année ; ce qui vient des vents qui enlevent la rosée, la transportent d'un endroit en un autre, dans les régions supérieures de l'atmosphere : ce qui vient aussi des pluies qui, tombant sur la terre, précipitent avec elles tout ce qui s'est élevé de la surface de notre globe, ou tout ce qui tendoit à s'en élever : ce qui vient aussi de ce que la rosée est plus abondante après la pluie, que lorsque le tems s'est maintenu sec pendant beaucoup de jours ; & la quantité de rosée qu'on recueillera en différens endroits, différera aussi suivant la différente constitution du terrein : car si un terrein est fort humide, il s'en élevera quantité de rosée ; & *Maundrel* nous apprend, dans son voyage depuis les Alpes jusqu'à Jérusalem, que la montagne connue sous le nom de Hermon, étoit si couverte de rosée, que les tentes qu'on y établissoit étoient aussi mouillées le matin que s'il avoit plu pendant toute la nuit. La quantité de rosée qui s'éleve & qui tombe dans un endroit, dépend aussi de la situation de cet endroit ; car si le vent a coutume de souffler vers un endroit élevé & montagneux, la rosée s'y portera avec plus d'abondance. La quantité de rosée dépend encore de la chaleur que le soleil communique au sol ; de sorte qu'on doit observer une plus grande abondance de rosée dans les régions

chaudes, que dans celles qui ſont froides. C'eſt pour cette raiſon que dans l'Arabie, où le ciel eſt toujours ſerein, où le ſoleil échauffe fortement le terrein qui eſt ſablonneux, & où les nuits ſont froides, la roſée eſt ſi abondante, que les voyageurs en ſont mouillés juſqu'à la peau, ainſi que *Th. Shaw* l'a éprouvé, & qu'il nous l'apprend (1).

§. MMCCCLIV. *Hales* a obſervé que l'air étoit extrêmement humide, & qu'il ne ſe ſechoit point dans le tems que la roſée tombe, ou qu'elle s'éleve : c'eſt pour cette raiſon qu'il veut qu'on ſeche les greniers & les vaiſſeaux par le moyen d'un ventilateur, qui introduit dans ces endroits de nouvel air; il nous conſeille auſſi de ne nous point expoſer au vent dans le tems de la roſée (2).

§. MMCCCLV. Quels ſont les caracteres qui diſtinguent le brouillard de la roſée ? Il paroît que le brouillard eſt en grande partie compoſé de vapeurs aqueuſes, quoiqu'il contienne outre cela différentes exhalaiſons qui ſe ſont élevées de la ſurface de la terre; mais ces vapeurs & ces exhalaiſons s'élevent ſur-tout pendant le jour, tandis que la roſée s'éleve pendant la nuit : au reſte la roſée eſt auſſi compoſée d'une vapeur aqueuſe; & c'eſt pour cela que s'il s'éleve une très grande quantité de roſée dans un endroit, & qu'il ne tombe point d'eau pendant huit jours dans cet endroit, il s'y élevera alors beaucoup moins de roſée pendant la nuit, & que cette roſée deviendra enſuite plus abondante s'il y ſurvient de la pluie.

C'eſt pour cette raiſon que la roſée ou la vapeur qui s'éleve des foſſes après un jour de chaleur, n'eſt qu'une vapeur aqueuſe non différente de celle qui forme le brouillard.

Mais s'éleve-t-il pendant la nuit dans l'atmoſphere des exhalaiſons plus peſantes que celles qui s'élevent pendant le cours de la journée ? Et les vapeurs qui s'élevent pendant la nuit ne forment elles que de la roſée, & celles qui s'élevent pendant le jour, ne produiſent-elles que du brouillard ? Celles qui s'élevent pendant la nuit, ont-elles une moindre atmoſphere électrique que celles qui s'élevent pendant le jour ? Et ne feroit ce point pour cette raiſon que les vapeurs qui s'élevent pendant la nuit, s'élevent plus lentement ? Ne feroit-ce point auſſi pour cette même raiſon que celles qui ont une moindre électricité feroient moins attirées par les métaux que celles qui feroient entourées d'une très forte électricité, qui par ce moyen feroient attirées par toutes ſortes de corps, ainſi qu'il arrive par rapport aux brouillards, qui tombent indiſtinctement ſur toutes ſortes de corps, tandis que la roſée paroît en éviter quelques-uns, tels que les métaux polis, pour ne s'attacher qu'à quelques autres ?

Plus je conſidere la roſée & le brouillard, & moins je trouve des caracteres propres à les différencier, ſi nous en exceptons cette propriété qui fait que la roſée ne s'attache qu'à quelques eſpeces de corps, tandis que le brouillard s'attache à tous les corps. On peut encore les diſtinguer l'un de l'autre par la couleur & par leur ſaveur, lorſqu'on en a recueilli une certaine quantité.

Juſqu'à quelle hauteur la roſée s'éleve-t-elle dans l'atmoſphere ?

(1) Travels to Barbarye. pag. 373. (2) The uſe of Ventilators.

Est-ce la privation ou la diminution de la vertu électrique qui oblige la rosée à tomber, ou sa chûte dépend-elle d'une autre cause ?

§. MMCCCLVI. L'usage de la rosée est d'humecter & de nourrir les plantes : en effet, lorsque la rosée s'échappe du sein de la terre, & qu'elle commence à s'élever dans l'atmosphere, elle s'éleve très lentement ; elle entoure les plantes, elle se présente aux parties nerveuses des feuilles, & elle pénetre dans leur intérieur par le moyen de leurs pores absorbans, qui sont ouverts, qui s'en saisissent, qui la pompent, pour ainsi dire, & elle concourt par ce moyen à humecter & à nourrir les feuilles. La partie supérieure de la feuille est plus dense, moins cotonneuse ; la rosée ne s'y attache point, elle n'en est point attirée, ou elle ne l'est que très peu : or tout ceci nous fait comprendre comment les plantes qui sont attachées à des rochers peuvent végéter & croître. La rosée & les autres vapeurs qui s'élevent dans l'atmosphere suffisent pour la nourriture de ces plantes ; elles les attirent, elles les absorbent, & elles s'en nourrissent. On conçoit aussi par-là comment les plantes peuvent végéter dans les contrées où il ne pleut point ; car on remarque que le terrein de ces sortes d'endroits est sablonneux, poreux, & fort humide en-dessous : il s'y éleve donc une grande quantité de rosée qui monte d'une très grande profondeur au-dessous de la surface extérieure du sol : cette rosée, qui paroît très sensiblement toutes les nuits, entoure les plantes, & supplée à la disette de la pluie.

§. MMCCCLVII. Lorsque le soleil échauffe fortement les arbres & les herbes, sa chaleur volatilise leurs huiles, lesquelles, en vertu de leur pesanteur & de leur grossiereté, retombent sur terre, & forment ce qu'on appelle communément une *rosée huileuse*, ou *mielleuse*. Lorsque cette rosée tombe dans de l'eau, elle surnage & elle forme une pellicule grasse ; elle forme des taches huileuses, grasses, sur les pierres sur lesquelles elle tombe. J'ai vu tomber quelquefois avant midi de ces especes de rosées, certains jours où la chaleur étoit excessive ; mais seulement dans des endroits où il y avoit des plantations d'arbres. J'ai vu dans le fossé de Rappenbourg à Leyde, que le pavé des chemins qui étoit couvert par des arbres, avoit recueilli une si grande quantité de cette rosée, que la terre y paroissoit d'une couleur austere, de même que s'il avoit plu abondamment ; tandis que tout le reste de l'étendue des chemins paroissoit très sec & très propre. *Kolbe* nous apprend qu'on n'observoit point cette espece de rosée sur le promontoire de Bonne-Espérance, avant l'année 1708 ; parcequ'avant ce tems les terres y étoient incultes ; mais que les Hollandois, ayant fait défricher ces terres & les ayant ensemencées, il y crût beaucoup d'herbes, quantité d'arbres & des vignes ; ce qui fit qu'on y observa ensuite le phénomene dont nous parlons (1). On observe en Suede une semblable rosée qui y tombe vers le milieu de l'été : cette rosée tombe sur différens arbres, sur tout sur le chêne, sur le frêne, sur l'érable, &c : sa saveur est douce, mais son odeur est désagréable ; elle corrompt le froment renfermé dans les épics ; plus elle est abondante, plus elle cause de dommage. Cette rosée tombe ordinairement vers la fin du mois de Juillet ; elle ne tombe point sur les feuilles qui sont déja couvertes de

(1) Kolbe Beschryving Van de Kaap. Tom. 1.

rosée ordinaire : elle ne tombe point sur les plantes qui sont basses ; mais seulement sur les arbres (1). Mais ces observations sont-elles bien exactes ? ou plutôt cette rosée qu'on remarque sur le chêne, sur le frêne, & qu'on croit qui tombe sur ces arbres, ne seroit-elle pas plutôt une espece d'huile exprimée des vaisseaux perspirans des feuilles, qui s'étendroit sur leur surface, & qui y paroîtroit sous la forme de petites gouttes brillantes. Au moins c'est ainsi que cela arrive en Hollande : comme cette espece de rosée s'y fait souvent remarquer, les feuilles des arbres y paroissent grillées ; elles jaunissent & elles sont les premieres à tomber dès que l'automne commence.

De la pluie.

§. MMCCCLVIII. La pluie est un amas de petites gouttes d'eau qui tombent en différens tems, de l'atmosphere sur notre globe.

§. MMCCCLIX. Quoique la pluie vienne le plus souvent des nuées, j'ai cependant remarqué qu'il pleuvoit aussi en été, quoiqu'il ne parût aucun nuage dans l'air : mais cette pluie n'est pas abondante ; elle ne tombe qu'après une chaleur excessive & comme étouffante, lorsque l'air est calme depuis quelque tems : ce qui paroît venir de ce qu'une si grande chaleur éleve dans l'air une plus grande quantité de vapeurs que celle que ce fluide peut soutenir, ou de ce que ces vapeurs entourées d'une atmosphere électrique, suffisante à la vérité pour s'élever, perdent cette vertu, & en sont dépouillées lorsqu'elles se sont élevées dans une région plus haute & plus froide : joignez encore à cela que la chaleur venant à diminuer, ces vapeurs se condensent ; elles perdent alors une partie de la force avec laquelle elles s'élevoient, & s'unissent les unes aux autres, & elles forment des gouttes d'eau qui se précipitent & tombent sur la surface de notre globe.

§. MMCCCLX. Voici de quelle maniere la pluie se forme. La nuée est composée de parties aqueuses, qui, étant séparées les unes des autres, se tiennent suspendues dans l'air. Lorsque ces parties s'approchent un peu davantage, ensorte qu'elles puissent s'attirer mutuellement, elles se joignent, & elles forment une petite goutte, qui commence à tomber lorsqu'elle est devenue plus pesante que l'air ambiant : comme cette petite goutte rencontre dans sa chûte un plus grand nombre de particules ou de petites gouttes d'eau, elle se réunit encore avec elles, & augmente par conséquent de plus en plus en grosseur, & elle acquiert insensiblement la grosseur que nous lui remarquons lorsqu'elle tombe sur notre globe.

Les gouttes de pluie sont fluides lorsque la nuée qui les a formées est suspendue au dessous de la région de la neige, & que les parties qui forment ces gouttes tombent à travers un air chaud, ou au moins qui n'est pas assez froid pour les congeler : c'est pour cette raison que la pluie peut tomber de différentes hauteurs ; mais si ces gouttes tombent des régions les plus élevées, régions qui appartiennent à celle qu'on appelle la région de la neige, elles se convertiront d'abord en neige : & si cette neige descend plus bas, & qu'elle tombe à travers une masse d'air chaud, cette neige pourra se fondre, se

(1) Acta Societatis Regiæ Scient. Sueciæ ann. 1745.

convertir en eau, & former une pluie aussi fluide que la premiere ; ce qui est confirmé par les observations de *J. Hen. Lambert* (1).

En effet, comme la Ville de Cuire est dans le voisinage du mont Calanda, qui est presque continuellement couvert de neige ; lorsqu'il tombe de la neige sur cette montagne, pendant le printems ou pendant l'été, on voit tomber la pluie dans la vallée, le dernier terme de la neige étant placé à 1830 pieds au-dessus du terrein de Cuire.

Lorsque la pluie est sur le point de tomber, on remarque plusieurs nuées blanches qui flottent dans le ciel, où elles sont éparses : ces nuées s'approchent les unes des autres, & elles forment, par leur concours, une nuée uniforme, elles couvrent toute l'étendue de notre horison, elles se condensent, elles descendent, elles perdent alors un peu de leur blancheur, elles dérobent à nos yeux une plus grande ou une moins grande quantité de lumiere, elles paroissent exhaler vers notre globe une espece de fumée, & enfin elles lancent leur eau sur la surface de la terre : plus les nuées sont blanches, moins la pluie est abondante, & plus les gouttes sont fines ; mais lorsque les nuées sont noires, la pluie est beaucoup plus abondante, & les gouttes en sont plus grosses. On observe quelquefois que ces sortes de nuées ne se rassemblent point en une seule qui couvre toute l'étendue du ciel ; mais on les voit flotter solitairement dans l'étendue des cieux : chacune lance son eau, & verse une pluie abondante ; cette pluie cesse si-tôt que le vent a repoussé la nuée, & lorsque le ciel redevient serein.

Mais lorsque le ciel est couvert d'une nuée épaisse & uniforme, les gouttes d'eau sont alors d'inégales grosseurs, & elles tombent uniformément : au contraire, si les différentes parties du ciel sont couvertes de nuages de différente blancheur, ou de nuages plus ou moins épais, plus ou moins noirs, les gouttes d'eau tombent irrégulierement, & elles sont tantôt plus, tantôt moins abondantes.

§. MMCCCLXI. Si toute la nuée comprise au-dessous de la région de la neige, se change par-tout également, mais lentement & sans se geler, de façon que toutes les particules de vapeurs se réunissent insensiblement ; elles formeront de très petites gouttes, qui seront toutes également distantes les unes des autres, dont la pesanteur spécifique ne sera presque pas différente de celle de l'air, & alors ces petites gouttes ne tomberont que fort lentement (2), & formeront une bruine ou une très petite pluie ; ce qui n'arrive cependant pas souvent. Ce même phénomene a lieu lorsque le changement de la nuée commence par le bas, & qu'il continue de se faire lentement jusques vers le haut de la nuée ; car alors les particules de vapeurs se réunissant en petites gouttes, tombent lentement sur la surface de la terre, & abandonnent ainsi la nuée de couches en couches.

§. MMCCCLXII. Mais si la partie supérieure de la nuée se change la premiere, & que ce changement ne se fasse que lentement & de haut en-bas, il se forme d'abord dans la partie supérieure de la nuée, de petites gouttes, lesquelles venant à tomber sur les particules qui sont au dessous, se réunissent avec elles, & forment de plus grosses gouttes ; celles-ci tombant sur des par-

(1) Acta Helvet. Vol. 3. p. 325. (2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1728.

ties encore plus basses de la nuée, & se combinant avec elles, augmentent continuellement en grosseur, à proportion qu'elles se précipitent : c'est ce qui arrive très fréquemment, & ce qu'observent aisément ceux qui sont dans une vallée où ils reçoivent de fortes ondées ; mais à proportion qu'ils montent vers le sommet de la montagne, en supposant qu'ils répondent toujours à la même nuée, ils trouvent que les gouttes sont beaucoup plus fines. On peut encore confirmer cette idée par les observations qu'on peut faire sur la grêle dont les grains sont très petits vers le sommet des montagnes, & très gros dans les vallons.

Ce changement qui arrive à une nuée, soit vers sa partie supérieure, soit vers sa partie inférieure, vient du passage de quelques autres nuées moins électriques, ou des vents qui emportent l'électricité des parties des nuées qui s'attirent. Or les espaces inégaux qu'on remarque entre les grosses gouttes de pluie, viennent de ce que les vapeurs qui les forment perdent inégalement leur vertu électrique.

Il arrive souvent que lorsque la pluie commence à tomber, les gouttes sont très petites, & qu'elles augmentent aussi-tôt en grosseur, quelquefois même en densité ; qu'ensuite elles diminuent de densité & de grosseur, & qu'enfin elles deviennent très petites, très rares, & que la pluie cesse. Il arrive encore que le ciel devient aussi-tôt très clair, & que le soleil brille ; il arrive aussi quelquefois que les nuées demeurent suspendues dans le même endroit. Le premier de ces deux cas ne viendroit-il pas de ce que la partie inférieure de la nuée auroit d'abord perdu lentement sa vertu électrique, ensuite un peu plus promptement, & qu'il n'en seroit resté qu'une très petite quantité dans sa partie supérieure, qui se seroit perdue insensiblement ; ce qui auroit dissipé & fait tomber toute la nuée ; tandis que dans le second cas l'électricité de la partie inférieure de la nuée se seroit élevée de couche en couche, & se seroit rassemblée & accumulée vers la partie supérieure ; ce qui auroit conservé cette nuée.

§. MMCCCLXIII. Nous avons fait ci-dessus l'énumération des causes qui font retomber les différentes parties qui se sont élevées dans l'atmosphere : nous avons exposé aussi celles qui précipitent les nuées ; mais il arrive très fréquemment qu'une nuée moins électrique rencontre sur son passage une autre nuée aqueuse & plus électrique qu'elle : l'électricité de cette derniere se communique alors à la premiere ; celle-ci devenant plus électrique, s'éleve plus haut dans l'atmosphere, tandis que l'autre ayant perdu une partie de sa matiere électrique, se condense, descend, & se change en pluie : mais si la premiere nuée qu'elle vient de rencontrer ne lui a pas assez enlevé de matiere électrique pour la faire descendre, elle pourra néanmoins descendre par la suite, lorsqu'elle aura rencontré d'autres nuées auxquelles elle communiquera encore de son électricité. Quant aux causes de la pluie, il me semble que les vents doivent être regardés comme la principale de toutes, ainsi que les différentes causes des vents. On doit ranger parmi ces dernieres l'effervescence occasionnée dans l'air, par le mêlange de plusieurs exhalaisons qui s'y élevent : c'est pour cette raison que lorsque la température de l'air devient plus chaude après midi, ou vers le soir, il arrive assez ordinairement qu'il pleut pendant la nuit, ainsi que le lendemain : or la chaleur qui se fait

ſentir vers le ſoir, vient de l'effervescence de l'air, & cette effervescence produit des vents & de la pluie. On obſerve que les vents occaſionnent la pluie, 1°. lorſqu'ils ſoufflent de haut en-bas contre une nuée; parcequ'ils la compriment alors : ils lui enlevent ſa vertu électrique en tout ou en partie, & ils obligent les parties aqueuſes à ſe raſſembler & à former de la pluie.

2°. Lorſque les vents rencontrent quelques nuées de vapeurs qui viennent de la mer, & qui ſont ſuſpendues au deſſus, ils les chaſſent vers la terre, & ils les pouſſent contre des hauteurs, des montagnes, des forêts ; ce qui fait que ces nuages ſe dépouillent de leur matiere électrique qu'ils communiquent aux corps qu'ils touchent ; ce qui oblige ces vapeurs à ſe raſſembler & à ſe convertir en pluie. C'eſt pour cette raiſon que les Pays montagneux ſont plus ſujets à la pluie que les Pays plats; ainſi qu'on peut s'en convaincre par pluſieurs obſervations. On a obſervé en Angleterre, que dans la Province de Lancaſter, où il y a de hautes montagnes, il tombe chaque année environ 41 pouces d'eau, ainſi que les obſervations de *Townley* nous l'apprennent ; tandis que, ſuivant celles de M. *Derham*, il n'en tombe à Upminſter que 19,5 pouces.

3°. De même que les montagnes rompent les nuées, de même des vents qui ont des directions contraires, les pouſſent les unes contre les autres & les compriment. On a remarqué qu'il pleut quelquefois à verſe dans l'Océan Ethiopique, vis-à vis de la Guinée; parceque les vents ſemblent s'y réunir de toutes parts, & qu'après avoir raſſemblé de pluſieurs côtés les nuées, ils les pouſſent vers un endroit où ils les compriment : nous obſervons auſſi dans ce Pays, que lorſqu'un gros vent vient à tomber, par l'oppoſition de quelque vent contraire; les nuées ſe trouvent alors comprimées par ces vents, & ſe changent en une groſſe pluie qui ſe précipite.

4°. Comme il ſe forme beaucoup de nuées des vapeurs de la mer, les vents qui viennent de la mer vers notre continent, ſont ordinairement accompagnés de pluie ; au lieu que les autres vents qui ſoufflent ſur la terre ferme, n'emportent avec eux que peu du nuées, & ne ſont pas par conſéquent pluvieux. Les obſervations que j'ai faites à Utrecht pendant le cours de quelques années, m'ont appris que les vents pluvieux ou humides qui ont regné dans cet intervalle de tems, ont été les uns à l'égard des autres dans la proportion ſuivante : vents d'Oueſt 203, de Sud-Oueſt 135, de Sud 61, de Sud-Eſt 27, d'Eſt 32, de Nord-Eſt 29, de Nord 54, de Nord-Oueſt 61. Les vents d'Oueſt ſont ſouvent ici fort pluvieux ; parcequ'ils nous amenent des nuées de la mer du Nord : les vents de Sud-Oueſt nous apportent des vapeurs qui viennent auſſi de la mer du Nord, & des larges embouchures de l'Eſcaut, de la Meuſe & du Rhin. Comme les vents de Nord & de Nord-Oueſt ſont froids, ils n'apportent pas beaucoup de nuées, & ne ſont pas beaucoup pluvieux ; mais ils augmentent toujours le poids ou le reſſort de l'air, ainſi que l'élévation du mercure dans le barometre l'indique : mais ſi ces vents étoient chauds, ils ſeroient en même-tems les plus humides & les plus pluvieux ; puiſqu'ils viennent de la mer d'Allemagne, & qu'ils traverſent outre cela tout le Zuyderzée : mais ils ſont tout ce trajet ſans apporter de nuées. Comme on remarque en Angleterre beaucoup plus de vents qui ſoufflent vers la partie occidentale, que vers la partie orientale, on remarque

aussi qu'il tombe beaucoup plus de pluie sur les parties de ce Royaume qui sont à l'Occident, que sur celles qui sont à l'Orient (1).

5°. On peut encore regarder les forêts comme une des causes de la pluie; car les arbres transpirent une grande quantité de vapeurs. On remarque que les pluies sont si abondantes en Suede, qu'elles inondent le terrein, l'arrosent trop abondamment, & qu'elles y détruisent la fertilité : ces pluies sont occasionnées par d'immenses & de très denses forêts. Les habitans de ce Pays ont su enfin se garantir depuis peu de cet accident, en faisant brûler différentes parties de ces forêts; par ce moyen l'atmosphere se trouve moins remplie de vapeurs : elles se dissipent plus aisément, & le terrein en devient plus propre à porter & à fournir à la nourriture des moissons, qui y sont plus abondantes que précédemment. Les Espagnols & les François observerent la même chose dans les Antilles, qui étoient autrefois beaucoup plus humides qu'elles ne le sont à présent, depuis qu'on a coupé & fait brûler quantité de forêts. *Bouguer* confirme encore cette idée par les observations qu'il a faites pendant son voyage au Pérou : cet habile Académicien observa qu'il tomboit des pluies très fréquentes & très abondantes depuis l'embouchure du fleuve Guajaquil jusqu'à Panama ; ce qui forme une longueur de 300 milles; parceque toute l'étendue de ce terrein est toute couverte de forêts, & qu'au contraire il ne pleut jamais depuis Guajaquil, en suivant vers le Midi jusqu'au-delà d'Arica, & vers les deserts d'Atacania, à la distance de 400 milles, parceque tout ce terrein est sablonneux, à découvert, & qu'il ne s'y trouve aucune forêt. Il observa bien plus, que le tonnerre ne s'y fait jamais entendre, & qu'on n'y observe aucune tempête; mais que ce terrein est toujours aride, nud, si on en excepte les bords des fleuves qui y coulent, & qu'on n'y observe seulement qu'une simple rosée qui s'y éleve pendant la nuit. Il suit de là qu'on ne peut point révoquer en doute que la constitution du terrein ne contribue à la formation des météores. Les forêts sont toujours remplies d'un air humide, épais, chargé des exhalaisons des arbres, qui forment des nuées, par leur élévation dans l'atmosphere, & auxquelles se joignent & s'unissent d'autres nuées, ainsi que les vapeurs dont l'air est rempli; toutes ces parties réunies produisent des pluies; de sorte que l'air des forêts est toujours chargé d'humidité, par le concours des vapeurs qui s'y élevent, & de celles qui y tombent continuellement (2).

§. MMCCCLXIV. Il pleut à Leyde pendant tout le cours de l'année, mais non pas dans un tems fixe & déterminé; il n'y pleut pas tous les jours : on y observe plusieurs jours sans pluie; de sorte que le cours de l'année est une combinaison de jours secs & de jours humides : le ciel n'y est point constant; il ne se passe jamais un mois sans pluie, & il est très rare qu'il y ait deux semaines de suite sans qu'il pleuve; car pour l'ordinaire on observe qu'il y tombe de la pluie toutes les semaines. On observe même que le même mois de l'année qui aura été sec, sera très pluvieux une autre année; car il ne tomba pas deux lignes de pluie pendant le cours du mois de Décembre de l'année 1742; mais il en tomba 81 lignes dans le même mois en l'année

(1) Philos. Trans. n. 487.
(2) Bouguer, Voyage au Pérou, page 22.

1747. En 1752 il ne tomba que 1 ½ ligne de pluie pendant le mois d'Octobre ; mais en 1748, il en tomba 80 ¼ lignes pendant le même mois. J'ai observé les mêmes variations pendant les autres mois ; & ayant additionné la quantité de pluie tombée chaque mois pendant l'espace de 17 ans ; savoir, depuis 1740 jusqu'en 1752, j'ai trouvé les sommes suivantes en lignes pouces.

Janvier,	Février,	Mars,	Avril,	Mai,	Juin,	Juillet,
401	394	397	391	360	432	528

Août,	Septembre,	Octobre,	Novembre,	Décembre.
591	601	636	643	614.

D'où l'on peut juger en quels mois de l'année la pluie est plus abondante en cet endroit.

§, MMCCCLXV. J'ai aussi observé que le nombre des jours humides ou pluvieux, est à Utrecht, ainsi qu'à Leyde, pendant tout le cours de l'année, au nombre de jours secs, ou pendant lesquels il ne pleut pas, comme 5 est à 12. En effet, les jours pluvieux, dans le cours d'une année, sont ordinairement, à Utrecht, au nombre de 107; les jours tout à-fait sereins, en y comprenant les nuits, sont tout au plus au nombre de 52. Le nombre de cette derniere espece de jours est encore plus petit à Leyde; il ne va pas au-delà de 28 : il se trouve quelquefois qu'il n'y en a que 18 dans une année, 36 dans une autre; mais en prenant un moyen terme, ou une moyenne année, cela s'accorde assez avec notre calcul : car j'ai additionné le nombre de jours sereins qu'on avoit observés dans l'espace de 10 ans, & en divisant ce nombre par dix, nombre des années, j'ai trouvé 28 au quotient. Mais ces observations sont relatives à un Pays en particulier, & ne décident rien pour les autres : on ne peut rien avancer de certain à cet égard, qu'en faisant des observations particulieres dans chaque endroit; car ces différences dépendent de la situation des lieux, qui peuvent être plus ou moins dans le voisinage des mers, des lacs, des fleuves : elles varient aussi suivant le nombre, la grosseur, la hauteur, la situation des montagnes & des forêts qui s'y trouvent ; elles dépendent aussi de la constitution, de la hauteur du terrein, de la latitude des lieux & des différens vents qui y regnent; & comme on n'a encore fait qu'un très petit nombre d'observations à cet égard, & que la plûpart de ceux qui les ont faites ne s'y sont pas pris comme il faut, on ne peut établir que très peu de choses sur cette matiere. Le célebre *Kraff* a observé à Petersbourg, qu'il n'y avoit, dans l'espace d'une année, que 40 jours qui fussent humides, pluvieux ou neigeux (1), tandis que nous en comptons 107 à Leyde. Voici à quoi se réduisent les observations du célebre *Lambert*, faites à Coire.

(1) Comment. Petropol. Vol. 9. p. 348.

	Jours sereins,	pluvieux & neigeux,	chargés de nuages & sombres.
Août, Septembre, Octobre	39	25	28
Novemb. Décemb. Janvier	35	26	31
Février, Mars, Avril	33	24	32
Mai, Juin, Juillet	31	40	21

Suivant ces obſervations, le nombre des jours ſombres va à-peu près à un quart de chaque année. Le nombre des jours ſereins diminue depuis l'automne juſqu'à l'été. Les jours pluvieux ſont en plus grand nombre pendant l'été, & ils ſont, à peu de choſes près, en même nombre pendant les autres ſaiſons de l'année; car, dans l'eſpace d'une année, le nombre des jours ſereins va à 138, celui des jours pluvieux à 115, & celui des jours ſombres & couverts de nuages à 112 (1).

On obſerve dans l'Iſle Minorque, que le nombre des jours pluvieux égale 71 (2). On remarque à Rimini, en Italie, que les vents du Midi & d'Eſt ſont accompagnés de brouillards, de pluie & de tempêtes; & qu'au contraire les vents d'Aquilon & d'Oueſt ſont accompagnés d'un tems ſerein, quoique quelquefois orageux (3). On remarque qu'il tombe quelquefois une pluie très large pendant le printems & l'automne, & pendant trois mois d'hiver, dans les parties de l'Egypte qui ſont ſituées auprès de la Méditerranée; telles que Roſette, Damiette, Alexandrie, tandis qu'il ne pleut que très rarement dans la Haute-Egypte, puiſqu'à peine y pleut il deux ou trois fois dans l'eſpace d'un an. Lorſque la pluie y eſt tombée, elle y devient ſalubre; mais elle y eſt dangereuſe lorſqu'elle commence à tomber. Il ne pleut jamais pendant l'été dans le Royaume d'Alger. Il ne pleut jamais dans la partie de l'Afrique qu'on nomme Jericho (4). Il pleut depuis le mois de Juin juſqu'au mois de Septembre dans l'Abiſſinie: on n'y remarque pendant ce tems aucun jour ſerein. C'eſt à cette pluie continuelle qu'on doit le débordement du Nil & l'inondation de l'Egypte (5).

Il pleut auſſi depuis la fin de Juin juſqu'au mois de Septembre dans la Nigritie dans l'endroit où eſt ſitué le Senegal, & le ciel demeure conſtamment ſerein depuis le commencement de Décembre juſqu'au mois de Juillet (6). Les François donnent le nom *baſſe ſaiſon* à celle pendant laquelle il ne pleut point, & ils nomment *haute ſaiſon* celle pendant laquelle il pleut; il fait plus chaud pendant cette ſaiſon que lorſque le tems eſt ſec.

On remarque qu'il pleut abondamment pendant les mois de Mai, Juin, Juillet, Août, au Promontoire de Bonne-Eſpérance, lorſque le vent de

(1) Acta Helvetica. Vol. 3. pag. 357.
(2) Cleghorn. Obſervat in Minorca.
(3) Janus Plancus in Specim. Æſtus marini. pag. 64.
(4) Thom. Shaw Travels to Barbary. pag. 220.
(5) Lobo in Hiſt. Abyſſiniæ. Journ. des Sav. ann. 1685, pag. 319.
(6) Mandeſlo in Itin. Lib. 1. p. 27.

Nord-Oueſt a ſoufflé auparavant, & qu'il a été accompagné de grêle ; il pleut beaucoup moins pendant les autres mois de l'année, & il n'y pleut point du tout pendant le mois de Février.

Il pleut pendant tout le cours de l'année vers le milieu de l'Iſle Maurice ; ce qui rend cet endroit très marécageux, & ce qui fait qu'on y trouve continuellement des ruiſſeaux qui ne tariſſent jamais. Dans la partie boréale occidentale, il pleut pendant les mois de Janvier, Février, Mars, Avril ; il y tombe auſſi quelques pluies pendant les mois de Mai, Juin & Juillet : le tems devient enſuite calme & ſec, & toutes les herbes s'y deſſechent & y grillent (1).

Il ne pleut que pendant les équinoxes dans l'Arabie ; il ne pleut que très rarement dans la Ville nommée Gamron, appartenant à la Perſe, & ſituée vers le Golfe Perſique : à peine y pleut-il une fois dans l'eſpace de trois années (2).

Dans la Ville d'Alep, en Aſie, Ville qui n'eſt point éloignée de l'Euphrate, il pleut pendant les mois de Janvier & de Février ; il arrive même aſſez ſouvent qu'il y pleut tous les 5 jours : il y pleut beaucoup pendant le mois de Mars, la pluie y tombe alors très abondamment ; parcequ'elle eſt accompagnée d'orages & de tonnerre : il y pleut plus rarement pendant le mois d'Avril, ſi ce n'eſt lorſqu'il ſurvient quelqu'orage ; il y pleut ordinairement deux fois lorſqu'il tonne : mais il n'y pleut point pendant les mois de Juin, Juillet, Août ; les pluies ne commencent en cet endroit qu'au mois de Septembre : il y pleut pendant tout le mois d'Octobre, & les plus grandes pluies y tombent pendant les mois de Novembre & de Décembre (3).

Les pluies commencent à paroître au mois de Mai dans l'Iſle Amboine, lorſque le vent qui ſouffle du côté du Levant équinoxial, & que celui de Sud-Eſt, commencent à ſouffler. La pluie continue juſqu'au mois d'Août ; dans ce tems il arrive que la pluie continue pendant 6 ſemaines de ſuite : mais ces pluies ne ſont point univerſelles dans les Iſles voiſines. On obſerve quelquefois que lorſqu'il pleut à Amboine, le tems eſt très ſerein dans les autres Iſles ſituées à l'Occident, telles que Boero, Manipa, &c, & lorſque le tems eſt pluvieux vers la partie orientale, comme à Hoewamohel, le tems eſt ſec à la partie occidentale, quoique néanmoins l'humidité ſe faſſe ſentir juſqu'à l'iſle des Celebes (4).

Le tems eſt ſec depuis le mois de Mars juſqu'au mois d'Octobre ſur la côte de Coromandel ; le vent du Sud-Oueſt regne pendant cette ſaiſon. Depuis le mois d'Octobre juſqu'au mois de Mars, le tems eſt pluvieux, & le vent y eſt Sud-Eſt. Au contraire ſur la côte de Malabar, la ſaiſon pluvieuſe commence au mois d'Avril, & continue juſqu'au mois de Septembre, & le tems ſec recommence au mois de Septembre juſqu'au mois d'Avril (5).

Dans l'Iſle de Ceylan, le tems pluvieux & le tems ſerein ſe combinent différemment : lorſque le tems eſt pluvieux dans la partie occidentale de cette

(1) Alex. Ruſſel Natural Hiſtor. of Alepo Part. 2. ch. 1.
(2) Adanſon, Voyage au Sénégal. Tom. 1. pag. 50.
(3) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1754.
(4) Valentyn van Amboyna. Vol. 2. pag. 136.
(5) Valentyn van Choromandel. Vol. 5. pag. 46.

Isle, & que le vent d'Occident souffle dans cette Isle, le tems est très sec & très serein à la partie orientale de cette même Isle; mais quand le tems est pluvieux vers cette partie orientale, le vent d'Est souffle à la partie occidentale, & le tems y est très serein. Ces différences commencent vers le milieu de l'Isle ou environ; cependant il pleut davantage sur les endroits élevés, sur les montagnes, que par-tout ailleurs, & on remarque que la partie boréale de cette Isle jouit d'une plus grande sérénité, & que la sécheresse y est d'une plus longue durée.

On remarque dans les Isles Carolines, qui sont en Amérique, qu'il tombe une grande abondance de pluie, qui continue à tomber pendant l'espace de deux ou trois semaines, vers la fin du mois de Juillet ou du mois d'Août; ces pluies inondent tous les terreins bas & toutes les plaines. Il arrive ordinairement que ces pluies sont accompagnées tous les sept ans de tourbillons de vents effroyables, qui causent de grands dommages dans les régions méridionales. On remarque, pour ainsi dire, quatre saisons différentes dans une Colonie d'Amérique, connue sous le nom de Sorrinama. La plus courte saison, qui est pluvieuse, commence au mois de Novembre, & finit avec le mois de Décembre: la sécheresse succede à cette saison, & dure jusqu'au mois de Mars: les pluies recommencent depuis le milieu du mois de Mars jusqu'au mois de Mai.

M. *de la Condamine*, qui a parcouru toutes les forêts qui se trouvent depuis Loxa jusqu'à Jaen, rapporte qu'il y pleut tous les jours, ou au moins 11 mois de l'année (1); ce qui fait que rien ne peut se dessecher dans toute l'étendue de ce terrein, & que tout y pourrit promptement. Nous lisons dans la description que M. *Bouguer* nous a donnée de Quito, que la pluie commence à tomber au mois de Novembre, & qu'elle dure jusqu'au mois de Mai: c'est cette pluie qui distingue en cet endroit les saisons de l'année.

On appelle hiver à Carthagene en Amérique, l'espace de tems compris depuis le mois de Mai jusqu'à la fin du mois de Novembre; parcequ'alors les pluies, les tonnerres, les orages y sont si fréquens, que les tempêtes s'y succedent d'un moment à l'autre. Les nuées y versent abondamment la pluie; les chemins sont inondés, & les campagnes submergées: mais depuis le milieu du mois de Décembre jusqu'à la fin d'Avril, le tems est plus beau, le vent du Nord-Est souffle & rafraichit la terre. On appelle tems d'été cet espace de tems. Il y a encore dans cet endroit un autre tems, qu'on appelle petit été: il commence vers la Fête de S. Jean, parceque les pluies cessent alors, & que les vents du Nord soufflent pendant l'espace d'un mois (2). On remarque dans le Royaume du Pérou, qu'il pleut depuis le mois de Novembre jusqu'au mois de Mai entre les montagnes qu'on appelle les Cordelieres, ainsi que dans les forêts qui sont au-delà de ces montagnes (3). On remarque que l'hiver commence au mois de Juin à Buenos Ayres, situé dans le Paragay, auprès du fleuve la Plata; le printems y succede à l'hiver, & commence au mois de Septembre: l'été vient ensuite au mois de Décembre, &

(1) Voyage de la Riviere des Amazonnes. page 27.
(2) Ulloa, Voyage au Pérou, Chap. 5. Liv. 1. pag. 38.
(3) Bouguer, Voyage au Pérou, pag. 35.

l'automne au mois de Mars. Pendant l'hiver il y tombe de larges pluies, accompagnées de tonnerres & de foudres épouvantables. Les chaleurs de l'été y sont tempérées par les vents qui viennent de la mer (1).

§. MMCCCLXVI. Il faut observer que les pluies & les sécheresses ne s'excluent point dans toute l'étendue de l'atmosphere; mais qu'au contraire elles ont entr'elles une espece de communication: en effet, lorsque le tems est pluvieux en France, il arrive souvent que la sécheresse domine alors en Allemagne, & on observe de semblables phénomenes dans d'autres contrées. En 1751 on remarquoit une très grande humidité en Angleterre, tandis qu'en Italie la sécheresse y étoit si grande, que les herbes périssoient par l'aridité du terrein. Ces phénomenes n'auront rien de surprenant, si on fait attention que la chaleur du soleil éleve dans chaque Pays une certaine quantité de vapeurs, que ces vapeurs élevées y forment une certaine quantité de nuées; mais si les vents viennent à transporter ces nuées d'un Pays dans un autre, la sécheresse se fera sentir dans l'endroit d'où les vents auront emporté les nuées, tandis que ces mêmes nuées, combinées avec celles qui résidoient déja dans l'endroit où les vents viennent de les transporter, s'y accumuleront, s'y condenseront les unes avec les autres, & s'y convertiront en pluie: c'est pour cette raison qu'il ne pleut point dans le même tems dans toute l'étendue de l'Europe, & encore moins dans toute l'étendue du globe terrestre. D'où il suit que si les vents peuvent être regardés comme une des causes de la pluie, ils sont aussi une des causes de la sécheresse: c'est pour cette raison que si une tempête vient à s'élever à différentes heures du jour dans une contrée, tantôt il pleuvra, un instant après il y fera sec, bien-tôt après le tems y sera serein, & la pluie recommencera à tomber ensuite.

§. MMCCCLXVII. Comme la pluie tombe d'en-haut à travers l'air qui est rempli & infecté de toutes sortes d'exhalaisons, cette pluie rassemble ces exhalaisons, & les précipite avec elle sur la terre. La pluie n'est donc pas une eau pure; mais elle est remplie d'ordures, & mêlée avec des sels, des esprits, des huiles, de la terre, des métaux, &c, parmi lesquels il se trouve une grande différence, suivant la nature du terrein, & suivant les différentes saisons de l'année. *Grosse* ayant recueilli de la pluie qui tomba en 1724 dans un tems d'orage, & ayant fait fondre du sel de tartre dans cette pluie, eut du tartre vitriolé; parceque cette pluie avoit ramassé dans l'air de l'acide vitriolique qu'elle avoit entraîné avec elle (2). C'est pour cela que la pluie du printems est beaucoup plus propre à exciter des fermentations que celle qui tombe en tout autre tems. La pluie qui tombe après une grande & longue sécheresse, est beaucoup moins pure que celle qui tombe peu de tems après une autre pluie. M. *Boerhaave* a remarqué que la pluie qui tombe lorsqu'il fait fort chaud, & que le vent est impétueux, est plus remplie d'ordure, sur-tout dans les Villes & dans les lieux bas & puants; parcequ'elle s'y trouve mêlée & confondue avec toutes sortes d'ordures (3).

§. MMCCCLXVIII. L'air est aussi chargé des semences des plus petites

(1) Charlevoix, Histoire du Paragay, Livre 4. page 169.
(2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1737.
(3) Boerhaave Chem. Vol. 1. pag. 597.

plantes & des œufs d'un nombre infini d'insectes que la pluie entraîne avec elle, & qui tombent sur la surface de la terre. De-là vient qu'on voit croître dans cette eau, non seulement des plantes vertes, mais qu'on y découvre un nombre prodigieux de petits animaux & de vers qui la font comme fermenter, & qui lui communiquent une mauvaise odeur par leur corruption. La pluie qui s'amasse dans l'air au-dessus de la mer, & qui retombe ensuite dans l'Océan, est beaucoup plus pure; parcequ'elle traverse alors un air qui est beaucoup moins chargé d'exhalaisons.

§. MMCCCLXIX. Puisque la pluie se trouve mêlée avec un si grand nombre de corps étrangers, il n'est pas difficile de comprendre pourquoi l'eau de pluie, conservée dans une bouteille bien fermée, se charge bien-tôt après de petits nuages blanchâtres, qui augmentent insensiblement, qui s'épaississent & se changent enfin en une humeur muqueuse, qui tombe au fond, & qui corrompt la masse d'eau, & la change en une espece de liqueur visqueuse. En considérant toujours que l'eau de pluie emporte avec elle & précipite sur la terre des substances si différentes entr'elles, il ne doit point paroître surprenant que l'eau de pluie fournisse à l'accroissement & à la nourriture de tant de différentes especes de plantes dont les sucs sont si différens entr'eux.

§. MMCCCLXX. Ces différentes pluies naturelles que nous venons de décrire, nous donnent lieu d'expliquer ces pluies tout-à-fait singulieres qu'on a vu tomber quelquefois; ces dernieres doivent leur origine aux exhalaisons qui se mêlent avec la pluie, & qui tombent avec elles dans l'air.

On trouve dans les Livres sacrés de *Moyse*, qu'il tomba une pluie de soufre sur Sodome & Gomorre (1). *Spangenberg* rapporte qu'il y eut une pluie de soufre qui tomba en 1658 dans le Duché de Mansfeld (2). Nous apprenons d'*Olaus Wormius* qu'il en tomba une semblable à Coppenhague en 1646 (3). *Siegesbek* fait mention d'une semblable pluie tombée en 1721 dans la Ville de Brunswik; cette pluie étoit enflammée, & on ne pouvoit l'éteindre, ni avec de l'eau, ni par le mouvement qu'on lui procuroit en l'agitant (4). *Scheuchserus* fait mention d'une pluie jaune qui tomba en 1677, & qui forma comme une espece de poussiere tirant sur le jaune, qui flottoit sur l'eau des puits, & sur l'eau du lac de Turich (5). *Bergerus* parle d'une semblable pluie qui tomba en 1731 dans la Ville de Lunébourg (6). Le célebre *Holmann* en vit tomber une pareille le 24 Mai de l'année 1749 à Gottinge (7). *Grischovius* observa à Berlin, la nuit du 5 Juin 1749, une pluie de cette espece, qui forma une pellicule jaune, telle qu'il en avoit déja observé 20 ans auparavant sur la fin du mois de Mai, ou au commencement du mois de Juin (8). Le 19 Avril 1761, il tomba à Bordeaux une pluie qui laissa après elle la terre couverte, de l'épaisseur de 2 lignes, d'une poussiere jaune, que *Schuchseru* prit un siecle auparavant, & non sans fondement, pour des fleurs de pins: d'autres Physiciens après lui, furent de cet avis; ils imaginerent que cette pous-

(1) Genes. Cap. 19. & Deuteronom. Cap. 29. (1) Chronicon Mansfeld. Tom. I. pag. 395. (3) Musæum, Cap. 10. (4) Nov. Litterar. ann. 1684. (5) Meteorol. Helvetic. p. 14. (6) Versuche in der Natur. p. 110 (7) Comment. Gotting. Vol. 3. p. 59. (8) Acta Berolin. ad ann. 1749.

ſiere n'étoit autre choſe que des fleurs de cet arbre, que le vent avoit tranſportées, & que la pluie avoit entraînées avec elle: comme ces arbres étoient en fleurs dans le tems que cette pluie jaune tomba à Bordeaux, & qu'il y a une grande quantité de ces arbres plantés dans les dehors de cette Ville, les Phyſiciens obſerverent avec attention cette pouſſiere; & après l'avoir examinée au microſcope, ils convinrent que c'étoit effectivement des fleurs de pins que le vent avoit tranſportées: ce qui confirma l'opinion des anciens Phyſiciens à cet égard.

Les Anciens font ſouvent mention de gouttes de pluies qui reſſemblent à des gouttes de ſang (1). Les Modernes en parlent eux-mêmes trop ſouvent (2), pour qu'on puiſſe en douter. Cependant on doit regarder une pluie de ſang comme quelque choſe de fabuleux; car le ſang ne peut ſe trouver que dans le corps des animaux: mais il peut ſe faire que quelque contagion particuliere, produite ſur la ſurface de la terre, occaſionne quelques parties de cette couleur à s'élever dans l'atmoſphere; ou il peut arriver qu'une prodigieuſe quantité d'inſectes de cette couleur flottent dans l'atmoſphere & tombent avec la pluie. *Piereſc* examinant en France une pluie de cette eſpece, obſerva que les gouttes de cette pluie étoient remplies de petits inſectes rouges qui voloient dans ce tems là en grande quantité dans l'atmoſphere (3). *Hildebrand* examinant de la pluie qui étoit tombée en 1711 auprès d'un Village nommé Orſio, en Scanie, remarqua dans les gouttes de cette pluie de petits inſectes dont le corps étoit oblong; la queue formoit une eſpece de fleche, & étoit couleur de ſang (4). Il y a outre cela quantité d'inſectes dont les excrémens ſont rouges; tels ſont ceux des papillons, après qu'ils ont quitté l'état de nymphe: ces excrémens mêlés avec la pluie, lui donnent une couleur de ſang. On a vu tomber une pluie ſalée dans le Comté de Suſſex en Angleterre; cette pluie étoit cauſée par un vent orageux, qui avoit pouſſé les vagues de la mer contre les rochers, & qui avoit emporté au deſſus de la terre ferme les parties aqueuſes qui s'étoient évaporées, & qui retomberent enſuite ſous la forme de pluie (5). Les feuilles des arbres ſe trouverent tellement imprégnées de ſel du côté qu'elles regardoient la mer, qu'en les portant à la bouche, on les trouvoit très ſalées. Ce phénomene ne doit point paroître ſurprenant; car nous voyons dans des tempêtes, & lorſque le vent eſt Nord-Oueſt, que les vagues de la mer viennent ſe briſer contre nos bancs de ſable, & que l'écume de ces vagues eſt portée juſques ſur les toits des maiſons & des Temples, dans les Villages de Scheveningue, Catvich, Noorhvich, & dans la Haye. On remarque quelquefois ſur les vitres des fenêtres des gouttes d'eau ſalées élevées de la mer, & apportées par le vent. Quoique les Iſles Orcades ſoient élevées à plus de 200

(1) Homer. in Iliad. 10. Plutarch. in Mario. Cicero de Divin. Lib. 2. Livius Lib. 42. cap. 20. Plin. Lib. 2. cap. 56.

(2) Eſcherus in Cron. Miſc. ann. 1598. Gemma Friſcius, ann. 1543. In Weſtphalia, ann. 1568. Lovanii, ann. 1571. Embdæ in Coſmogra. Lib. 2. Wendelinus Bruxellis, ann. 1646. Ulmæ, ann. 1755. Novemb. 15 ex novellis.

(3) Gaſſendus in Vita Piereſci. Lib. 2. Merrettus in Pinace rerum, p. 220.

(4) Acta Litterar. Sueciæ, ann 1731. p. 23.

(5) Philoſ. Tranſ. n. 289, & Vol. 50. Part. 1. p. 195.

pieds au-dessus de la surface de la mer, on y voit néanmoins quelquefois tomber des especes de pluies formées de plusieurs gouttes d'eau enlevées de la surface de la mer : on observe aussi la même chose dans l'Isle Minorque (1).

Il tomba en Irlande en 1695, une pluie aussi grasse que du beurre (2); elle étoit mollasse, visqueuse, & d'un jaune foncé : elle se fondoit dans la main; mais elle se sechoit devant le feu, & elle devenoit noire. *Feuillée* fait mention d'une pluie de sable qui tomba en Amérique le 21 Septembre 1708; le ciel commença par se couvrir de nuages fort épais : l'obscurité devint ensuite si grande, qu'on fut obligé d'avoir de la lumiere, & il tomba aussi-tôt une pluie de sable qui couvrit toute l'étendue du terrein (3). On rapporte qu'en 1719 il tomba sur l'Océan Atlantique une pluie de sable très fin, que les vents transportoient de l'Isle Royale à la latitude de 45 degrés (4). On a vu aussi des pluies de cendres. Le mont Vésuve, l'Æthna, & d'autres semblables volcans, lancent une grande quantite de cendres que les vents enlevent & emportent jusques dans des regions fort éloignées, où elles retombent sous la forme de pluie ; car on sait, à n'en pouvoir douter, que les cendres du mont Vésuve ont été quelquefois transportées jusqu'à Rome, & même en Syrie & en Egypte.

Le célebre *Lambert* observa que le 14 Octobre 1755 le vent du Sud soufflant avec véhémence, le ciel étoit rempli de poussiere qui y formoit une espece de nuage si épais dans la Ville de Coire, dans toute la partie orientale de la Suisse, & dans le Comté de Tirol, qu'on ne pouvoit voir distinctement les montagnes voisines : vers le soir de cette journée, il tomba une pluie qui étoit accompagnée de poussiere; & ayant recueilli de cette pluie dans un vase de médiocre grandeur, le fond de ce vase étoit couvert de poussiere jusqu'à la hauteur d'un doigt (5).

Le 20 Octobre 1756, entre 2 & 4 heures après midi, le ciel se couvrit d'un nuage fort épais dans l'Isle Zetland ; il tomba ensuite dans toute l'Isle une pluie noire, semblable à du noir de fumée : cette pluie tomba plus abondamment dans des endroits que dans d'autres ; elle portoit avec elle une odeur de soufre : elle avoit noirci tous les habitans qui se trouverent dans les champs (6). *Tite-Live* rapporte qu'il étoit tombé une pluie de terre à Anagni.

On a vu aussi des pierres tomber sous la forme de pluie : en effet, les volcans vomissent quelquefois une très grande quantité de pierres : ces pierres élevées à une très grande hauteur, & lancées fort au loin, retombent ensuite vers la surface de la terre ; ce qui donne occasion de dire qu'il pleut des pierres (7). On a vu sortir, d'un goufre, des pierres qui avoient 8 à 9 pieds de

(1) Cleghorn. Observation. in Minorca. pag. 2.
(2) Philos. Trans. n. 220.
(3) Feuillée, Journal d'Observations, Tom. 1. pag. 358.
(4) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1719.
(5) Acta Helvetica. Vol 3. p. 320.
(6) Philosoph. Transact. Vol. 50. Part. 1. pag. 297.
(7) Hist. du Mont Vésuve, pag. 264.

face, & qui étoient lancées jusqu'à la distance de trois milles (1). On trouve quantité d'exemples semblables (2), quoiqu'il arrive souvent qu'on prenne de la grêle pour des pierres (3). Il se répandit une fois un bruit, qu'il étoit tombé une pluie de froment; ce n'étoit cependant que des graines d'if que le vent avoit enlevées, & quoiqu'il y ait une assez grande différence entre cette graine & le froment, cela n'empêcha pas que le vulgaire ne répandit ce bruit (4). On fait encore mention d'une autre pluie de froment, qui n'étoit autre chose que de petits vers engendrés par des guêpes, que le vent avoit portés dans l'air, & qu'il avoit déposés sur les toits des maisons. L'Abbé *Nollet* parlant de ces sortes de pluies, dit que ces grains ne sont autre chose que de petites bulbes de la petite chelidoine; car les racines de cette plante sont très grêles: elles rampent à la surface de la terre; elles s'y dessechent: les petites bulbes qui y sont adhérentes s'en détachent, & elles imitent assez les graines dont il est ici question (5). On doit aussi regarder comme autant de fables ces pluies de lait, de viande (6), de laine (7), de poissons, de fer, de grenouilles (8), de veaux (9), dont plusieurs Auteurs font mention.

Le lait est un liquide animal, qui ne peut être produit que par des animaux: si on en met une très grande quantité dans un vase, & qu'on expose ce vase en pleine campagne, pendant qu'il fait un grand vent, ce vent ne pourra en transporter ailleurs qu'une si petite quantité, qu'il ne sera pas possible qu'on puisse la regarder comme une pluie de lait, si tant est même que ce phénomene ait jamais été observé.

Il paroît encore plus impossible qu'il puisse tomber une pluie de chairs ou de veaux; quoique je ne nie point qu'un ouragan, une trombe de mer, ne puisse enlever un veau dans la campagne, & le porter dans un autre lieu, comme il est arrivé en 1750 dans un Bourg nommé Berkoude, & dont je ferai mention ci-dessous; mais aussi ne peut-on point donner le nom de pluie à ces sortes de phénomenes: car sans cela on pourroit dire qu'il pleut des maisons, des toits, des solives; puisque les grands vents viennent à bout de détruire toutes ces choses, & de les transporter quelquefois à de très grandes distances.

§. MMCCCLXXI. Comme la pluie entraîne avec elle toutes les ordures qu'elle rencontre dans l'air qu'elle traverse, on remarque que l'air est fort pur & fort clair après la pluie; de sorte qu'on peut alors voir fort distinctement les objets à une distance considérable: les couleurs des plantes paroissent aussi beaucoup plus vives, & toute la nature paroît être comme rajeunie.

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1744.
(2) Livius in Lib. 27. cap. 37. Mercatus Metallotheca Vatic. p. 248.
(3) Morton Histor. of Northamptonshire. Cap. 5. p. 340.
(4) Traité de Physiq. Tom. 3. p. 387.
(5) Josua, Cap. 10. vers. 11.
(6) Livius, Lib. 3. cap. 10. Valer. Maxi. Lib. 1. cap. 6. exemp. 6.
(7) Hieronymus in Chronic. ad ann. 367. Regnante Valentiano.
(8) Del Porta Morton in Hist. Natur. Northampt. Cap. 5. pag. 338, 339.
(9) Avicenna.

§. MMCCCLXXII. Les gouttes de pluie ſont des bulles rondes, dont la groſſeur eſt différente. Il eſt rare qu'on en trouve dans ce Pays dont le diametre ait plus d'$\frac{1}{4}$ de pouce rhenan, à moins qu'il ne tombe de ces groſſes pluies d'orage, dont on dit que les gouttes ſont groſſes comme le pouce (1). La groſſeur des gouttes de pluie dépend de la force attractive des parties de l'eau, & de la plus grande ou de la plus foible réſiſtance de la maſſe d'air qu'elles traverſent.

§. MMCCCLXXIII. Pourquoi les gouttes de pluie tombent elles quelquefois ſi proches les unes des autres, & quelquefois laiſſent elles de très grandes diſtances entr'elles ? Ce dernier effet ne viendroit-il pas de ce que la nuée qui les forme ſe reſſerreroit, ſe condenſeroit lentement. 2°. De ce que cette nuée ſeroit elle-même un peu denſe. 3°. De ce qu'elle auroit peu d'épaiſſeur ; car, dans cette hypotheſe, les petites parties qui tomberont les unes ſur les autres, ne formeront que quelques gouttes éloignées les unes des autres : au contraire, la denſité de la pluie ne viendroit elle pas de ce que les nuées qui la forment ſeroient promptement converties en eau par un vent rapide qui les comprimeroit. 2°. De ce que ces nuées ſeroient elles-mêmes fort denſes. 3°. De ce qu'elles auroient beaucoup d'épaiſſeur.

§. MMCCCLXXIV. Pourquoi les gouttes de pluie ſont-elles plus groſſes en été & plus éloignées les unes des autres, tandis qu'elles ſont plus petites en hiver, & moins éloignées les unes des autres ? Ces différens effets dépendent de la différente denſité & réſiſtance que ces gouttes éprouvent de la part de l'air qu'elles traverſent. En effet, l'air eſt moins denſe & réſiſte moins pendant l'été que pendant l'hiver.

§. MMCCCLXXV. Quoique la pluie tombe des nuages les plus élevés, elle ne tombe cependant pas avec toute la vîteſſe que la peſanteur devroit lui imprimer, & cela par rapport à la réſiſtance qu'elle éprouve de la part de la maſſe d'air qu'elle traverſe : cette réſiſtance fait qu'elle arrive ſur la ſurface de notre globe avec une vîteſſe beaucoup moindre que celle qu'elle devroit avoir. Cette diminution de vîteſſe n'eſt pas un petit avantage ; car elle garantit les parties les plus délicates des plantes des impreſſions trop vives que feroient ſur elles les gouttes de pluie, ſi elles jouiſſoient de toute la vîteſſe qui leur eſt due ; vîteſſe ſuffiſante pour les détruire. En effet, le célebre *Pitot* a démontré qu'une goutte de pluie, dont le diametre = $\frac{1}{10,000,000,000}$ de pouce cubique, & qui tombe dans un air tranquille, parcourt en une m″ 4 $\frac{7}{16}$ pouces, & que cette goutte parcourt cet eſpace d'un mouvement uniforme & non accéléré (2).

§. MMCCCLXXVI. Pourquoi ne pleut il que des vapeurs, ou de l'eau, & jamais, ou très rarement, des exhalaiſons ? Cela vient de ce qu'il y a dans l'air beaucoup plus de vapeurs que d'exhalaiſons. Ajoûtez à cela que les vapeurs ſe réuniſſent bien plus facilement en gouttes, & lorſqu'elles tombent enſuite, elles entraînent avec elles les exhalaiſons qu'elles rencontrent

(1) Acta Lipſ. Supplement. Tom. 1. pag. 425. (2) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1728.

sur leur passage. Au contraire, les exhalaisons s'embrâsent pour l'ordinaire, & se consomment.

§. MMCCCLXXVII. Il n'y a point de tems fixe en Hollande pour la pluie; elle y tombe en différens tems, & fort irrégulierement. Additionnant la quantité de pluie qui tombe pendant plusieurs années, & divisant cette somme par le nombre des années, on trouve pour quotient un terme moyen, qui indique la quantité moyenne de pluie qui tombe dans un endroit pendant le cours d'une année : or on trouve que ce terme moyen differe non-seulement pour les différentes régions, mais encore pour les différentes Villes d'une même région. La quantité moyenne de pluie qui tombe à Utrecht dans l'espace d'un an, = 24 pouces rhenan. A Leyde, = 29 $\frac{1}{2}$. A Harlem, = 24 pouces. A La Haye, = 27 $\frac{1}{2}$. A Delft, = 27. A Dordrecht, = 40 pouces. A Middelbourg, en Zéelande, = 33 pouces. A Zuider-Zée, = 27 pouces. A Hardewick, = 27 pouces. A Paris, = 20 pouces mesure de Paris. A Lyon, = 37 pouces. A Rome, = 20 pouces. A Padoue, = 37 $\frac{1}{2}$. A Pise, = 34 $\frac{1}{2}$. A Zurich, en Suisse, = 32. A Ulm, = 26 $\frac{1}{6}$ pouces rhenan. A Wittemberg, = 16 $\frac{1}{2}$. A Berlin, = 20 pouces rhenan (1). A Lancastre en Angleterre, = 41 pouces de Londres. A Upminster, = 19 $\frac{1}{2}$. A Plimouth, = 30,909 pouces de Londres. A Edimbourg, = 22,518 pouces (2). A Upsal en Suede, = 15 pouces. A Alger en Afrique, = 27 ou 28 pouces de Londres (3). A Madere, = 31 pouces de Londres. A Charles Town en Amérique, = 51 pouces de Londres. Pour acquérir une connoissance exacte sur cette matiere, il faudroit faire de semblables observations dans tous les endroits de la terre; &, à l'aide de pareilles observations, on pourroit connoître les années qui seroient plus seches ou plus humides les unes que les autres, suivant qu'il seroit tombé plus ou moins de pluie, & à la suite de plusieurs années, on pourroit, en retournant à un tel journal, qu'on conserveroit avec soin, on pourroit, dis-je, savoir s'il y a un certain cercle d'années seches & humides, & on prévoiroit par ce moyen, si l'année suivante seroit seche ou humide. La différence qu'on remarque dans la quantité de pluie qui tombe en différens endroits, dépend du voisinage des mers, des lacs, des fleuves, des inondations, des montagnes, des plaines & des forêts; elle dépend aussi des vents, de la chaleur, & de la quantité de vapeurs qui s'élevent du sein de la terre, ou des eaux voisines, & de plusieurs autres causes qui concourent aussi à cet effet.

§. MMCCCLXXVIII. Les avantages que nous retirons de la pluie, sont, 1°. D'humecter & de ramollir la terre qui se trouve desséchée & durcie par l'ardeur du soleil; la terre ainsi humectée, devient fertile & propre à fournir à la nourriture des plantes. La pluie froide qui tombe dans l'été, & qui est accompagnée d'un vent de Nord, ainsi que la pluie froide qui tombe pendant la nuit, & qui est suivie dans l'été d'un jour froid, sont celles qu'on

(1) Acta Berolin. Vol. 5. p. 113. (2) Medical Essays. Vol. 5. p. 39. (2) Thom. Saw Travels to Barbary. p. 219.

regarde comme les plus propres à procurer de la fertilité à la terre. Au contraire, ces pluies tiédes, qui tombent, soit pendant le jour, soit pendant la nuit, sont regardées comme infertiles, & souvent même comme nuisibles aux plantes. Il suit de là qu'il ne faut jamais arroser les plantes dans le milieu du jour, & qu'il ne faut point les arroser avec de l'eau échauffée par le soleil; mais qu'on ne doit les arroser que le soir, & avec de l'eau froide. C'est pour cette raison qu'on remarque ordinairement en Hollande, que l'année est stérile lorsqu'il pleut beaucoup pendant les mois de Juin, Juillet & Août, & que ces fréquentes pluies tombent pendant le jour; parcequ'alors ces pluies sont chaudes, & elles pourrissent les plantes. Mais lorsque la pluie est abondante dans les mois d'Avril & de Mai, & qu'elle tombe pendant la nuit, cette pluie produit une très grande fécondité: l'herbe sur-tout croît abondamment dans les prairies, & procure beaucoup de lait aux vaches.

2°. Lorsque la pluie tombe sur de hautes montagnes, elle entraîne avec elle une terre molle, friable, qu'elle dépose dans les vallées où elle se précipite, & qu'elle fertilise; cette eau se dégorge encore dans des fleuves, & entraînant avec elle du limon qu'elle y dépose, elle y produit çà & là de petites isles très fertiles: ce limon en éleve le fond; & comme les fleuves sortent souvent de leur lit, le limon de ces eaux se répandant sur les terres inondées, les fertilise, ainsi qu'on en peut juger par le Nil, & par d'autres fleuves: par ce même moyen la hauteur des montagnes diminue, les vallées se remplissent, les embouchures des fleuves qui se rendent à la mer se trouvent à une grande distance, ainsi qu'on en peut juger par celles du Nil, du Rhin, & de la Meuse qui est en Hollande.

3°. La pluie lave & purge l'air de toutes les ordures qui pourroient être nuisibles à la respiration, ou qui pourroient être inutiles; elle les entraîne avec elle, & elle les précipite sur la surface de la terre; de sorte qu'il y a un cercle continuel d'exhalaisons qui s'élevent de la surface de la terre dans l'atmosphere, & qui retombent de l'atmosphere sur la surface de la terre.

4°. La pluie modere la chaleur de l'air près notre globe; car elle tombe toujours, en été, d'une région de l'air plus haute & plus froide. C'est pour cela que nous remarquons toujours que l'air devient plus froid en été proche la surface de la terre, lorsqu'il est tombé de la pluie.

5°. C'est à la pluie qu'il faut rapporter l'origine des puits, des fontaines, des lacs, des rivieres, & conséquemment des fleuves, quoique cependant la pluie n'en soit point l'unique cause: c'est pour cette raison que, lorsque la sécheresse regne pendant long-tems, les puits, les fontaines, & les fleuves tarissent. L'été de 1719 fut très sec, & je remarquai que le Rhin devint si bas, qu'il ne put point porter dans toute l'Allemagne; presque tous les puits & les ruisseaux qui s'y jettent étoient taris: on passoit alors à gué la Roër, près de Duisbourg, & la Lippe, près de Vesel. Pareillement les fleuves de la partie supérieure de l'Allemagne étoient à sec. Les années 1654, 1655, 1656, ayant été fort seches, les pluies ayant été très rares pendant l'été, & la neige pendant l'hiver, on remarqua en Bretagne que plusieurs fontaines, qu'on avoit jusqu'alors regardées comme intarissables, étoient taries (1).

(1) Wittie Scarborough Spaw. p. 97.

Raye a aussi observé dans le même Pays, que plusieurs puits tarirent en 1724 & 1725, qui furent deux années seches (1). D'où il suit que la pluie est la principale cause des fontaines & des fleuves. Néanmoins les vapeurs concourent encore à cet effet; car ces vapeurs, qui sont froides pendant la nuit, sont emportées par les vents, & jettées contre des montagnes; elles s'y réunissent, se convertissent en eau qui coule ensuite vers les lieux bas, & fournit à l'entretien des fontaines & des fleuves, au-delà de ce qu'on pourroit imaginer : c'est pour cette raison qu'on remarque des fontaines qui ne sont pas beaucoup au-dessous du sommet des collines. De plus, les eaux de la mer peuvent se filtrer dans le sable & y déposer leur bitume & leur salure. Cette eau ainsi purifiée, coule dans les canaux souterrains qu'elle rencontre; & comme elle est spécifiquement plus légere que l'eau salée, elle s'éleve à quelqu'hauteur au-dessus de la surface de la mer, & forme des fontaines dans des endroits élevés. Plusieurs Physiciens anciens & modernes sont de ce sentiment, sur-tout lorsqu'il s'agit d'expliquer pourquoi certaines fontaines ne tarissent jamais; car il est constant que les autres & les torrens dépendent de la pluie, ainsi que *Lucrece* le décrit fort élégamment (2).

Le célebre Robert *Hooke*, *Rob. Plott*, *Sympson*, dans son Hydrologie Chymique, & quantité d'autres dont *Wittie* fait mention, sont de cet avis, ainsi que le célebre *Joh. Bernouilli.* Pour concevoir cette idée, supposons que D E F [*Tab.* 59. *fig.* 5.] soit le bassin de la mer, qui contient une eau salée, que C E soit un canal souterrain rempli de sable, à travers lequel se filtre l'eau de la mer; que A B soit un conduit qui s'éleve en serpentant jusques vers le sommet d'une montagne, & dans lequel monte l'eau filtrée. Cela posé, il faut que la hauteur A B soit à la hauteur D E, comme la gravité spécifique de l'eau salée contenue en D E, est à la pesanteur spécifique de l'eau douce, comprise en AB; c'est-à dire, : : 1030 : 1000. Supposons donc que la hauteur de l'eau salée exprimée par D E = 100000 pieds, la hauteur de l'eau douce comprise dans la conduite A B, sera = 103000 pieds; c'est-à dire, que A G sera de 3000 pieds au-dessus de la surface de la mer. Par ce moyen l'eau de cette fontaine coulant dans un fleuve, se rendra à la mer, & reviendra par les mêmes canaux remplir cette fontaine, & par ce moyen on aura une continuelle circulation d'eau. Je doute cependant que l'eau douce puisse s'élever ainsi jusqu'au sommet des plus hautes montagnes, où on trouve néanmoins des fontaines. En effet, si la profondeur de la mer, étant = 100000 pieds, l'eau filtrée & dulcifiée ne s'éleve qu'à la hauteur de 3000 pieds au-dessus de la surface de la mer, mon doute sera pleinement justifié; car nous sommes pleinement convaincus qu'on trouve des fontaines sur des montagnes à la hauteur de 12000 pieds & au-delà : & c'est pour cette raison que je regarde comme très certain, que ces fontaines doivent leur origine à la pluie & aux nuages qui se déchargent dans leur bassin.

Je ne nie point cependant que l'eau de la mer, en se filtrant & en se faisant jour par des canaux souterrains, ne soit la cause de plusieurs fontaines : la preuve en est manifeste; car on remarque quelquefois de petits ruisseaux qui paroissent dans les grandes marées dans les endroits où on n'en voyoit aupa-

(1) Physico Theolog. Dis. 89. (2) Lucretius. Lib. 6. v. 633.

ravant aucun vestige, & on remarque que ces ruisseaux se tarissent & demeurent à sec lorsque les marées sont basses (1). Au moins c'est une remarque qu'on fait dans le Groenland; il peut se faire aussi que le feu souterrain convertisse en vapeurs, les eaux de quelques cavernes, & que ces vapeurs élevées soient arrêtées par les voûtes des rochers, où elles se convertissent en eau, qui, coulant par les fentes qu'elle rencontre, fournit à l'entretien des plus hautes fontaines; de sorte qu'il paroît qu'il y a plusieurs causes qui concourent à l'origine des fontaines. Les observations de plusieurs Physiciens leur ont appris que les fontaines ne lançoient point leurs eaux au-dessus du sommet des montagnes. *Martin* a visité lui-même les montagnes de Sussex, Surry, Hampshire, Bukingamshire, Berkshire, Gloucestershire, Wiltshire, Somersetshire. Le célebre *Caswel* a parcouru les montagnes de la principauté de Galles; & aucun de ces Observateurs n'a trouvé de fontaines dont les eaux jaillissent au dessus du sommet des montagnes (2). Ils n'ont même trouvé aucune fontaine sur le sommet des montagnes, quoique plusieurs l'aient prétendu. Les fleuves qui reçoivent en certains tems marqués une quantité abondante de pluie, se gonflent, débordent, inondent les terres, les arrosent, les fertilisent, & les rendent propres à nourrir les plantes qu'on leur confie: c'est par ce moyen que certaines terres deviennent fertiles, qui seroient stériles dans une disette de pluie. Le Nil produit un pareil effet en Egypte, le Niger en Afrique, la riviere nommée Inopus dans l'Isle de Delos, le fleuve Mygdonius dans la Mésopotamie: il arrive souvent, mais sur-tout lorsque la chaleur est grande, qu'il ne tombe aucune pluie pendant l'espace de 4 à 5 mois sur les côtes de Coromandel; mais dans ce tems il y aborde une très grande quantité d'eaux qui viennent du Royaume de Chirangapatnam dans les Indes. Les Laboureurs & les Cultivateurs ont soin de détourner ces eaux dans leurs terres, & de les y faire pénétrer jusqu'à la profondeur de deux pieds; ils les font ensuite couler de maniere qu'elles vont se décharger dans le Gange, & par ce moyen ils parviennent à fertiliser des terres qui seroient stériles pendant toute l'année. Quiconque sera curieux de connoître la plus grande partie des différens sentimens des Philosophes sur l'origine des fontaines, pourra consulter *Sam. Dale*, *Appendix at the History of Harwich*.

§. MMCCCLXXIX. Les Fontaines nous font observer différens phénomenes; il y en a quelques-unes qui ne tarissent jamais: & voici de quelle maniere nous concevons ce phénomene. Supposons que A B C D E [*Tab.* 59. *fig.* 6.] représente la croupe d'une montagne; la pluie qui tombe sur cette croupe, s'écoule par les fentes de la terre, & par celles qui se trouvent dans toute l'étendue du rocher, & qui sont ici représentées par B F, C G, D H, L K: ces eaux se rassemblent par ce moyen dans un grand bassin, ou dans un antre F G H K M I, tels qu'on en observe ordinairement dans l'intérieur des montagnes.

Supposons que ce bassin, ou cet antre, ait un conduit étroit K E, creusé dans le rocher, & qui, traversant son épaisseur, permette à l'eau de s'écouler par l'orifice extérieur E: or comme nous supposons que ce bassin, ou cet

(1) Hans Egede von Groenland. (2) Martin Phil. Britann. Vol. 1. p. 263.

antre, a une très grande capacité, & qu'il est rempli d'eau, il est constant qu'il ne peut point être parfaitement évacué par l'orifice E, même pendant le cours d'une année; il peut donc fournir continuellement à l'entretien d'une fontaine: mais pendant cet espace de tems il tombe encore de nouvelles pluies, lesquelles, après avoir réparé les pertes du réservoir, & après l'avoir rempli, ainsi que les fentes B, C, D, L, coulent sur la déclivité de la montagne, & viennent en arroser le pied & toutes les parties inférieures.

2°. Supposons maintenant que le bassin F G H K M I soit petit, & qu'il ne recueille qu'une certaine quantité d'eau de pluie, qui y pénetre comme dans le cas précédent, par les ouvertures & les fentes déja indiquées; supposons aussi que la conduite par où l'eau de ce bassin s'écoule soit plus grande, ainsi que son ouverture extérieure E, l'eau du bassin s'écoulera par cette conduite: & s'il ne survient point de nouvelle pluie pour réparer cette perte, toute l'eau du bassin coulera par l'ouverture E, & laissera le bassin à sec. Supposons qu'il pleuve ensuite: or avant que l'eau de la pluie ait rempli les fentes & se soit retirée dans le bassin, il s'écoulera un certain nombre de jours, plus ou moins, suivant que ces fentes seront plus ou moins grandes, selon la constitution du terrein, ou enfin selon la profondeur plus ou moins grande de l'espace que l'eau aura à parcourir; & par conséquent le lendemain, ou deux, trois ou plusieurs jours après, le bassin fournira à l'écoulement de l'eau: & c'est ce qui fait qu'il y a des fontaines qui coulent souvent dans des tems secs, & qui ne coulent point les jours de pluie; puisque lorsqu'elles sont une fois taries, & qu'il pleut ensuite pendant un ou deux jours, elles ne sont point encore suffisamment remplies pour fournir à l'écoulement de l'eau, & qu'il faut quelquefois 2, 3, ou même plusieurs jours, pour les remplir au point de pouvoir fournir à cet écoulement. Ainsi on voit des fontaines qui coulent lorsque la pluie a cessé, & que le tems est devenu sec, ces fontaines continuent alors à couler pendant 6, 7, 8, ou plusieurs jours, tandis que la sécheresse regne; mais nous ne voyons gueres en Europe plus de 10 à 12 jours secs & sans pluie, & pendant ce tems ces sortes de fontaines s'épuisent: il pleut ensuite, & pendant ce tems ces fontaines ne coulent point, ainsi que nous venons de le dire précédemment. On appelle ces sortes de fontaines intermittentes.

3°. Il y a encore d'autres especes de fontaines qui jaillissent & qui cessent de jaillir dans des tems déterminés: on appelle ces sortes de fontaines *réciproques*. En voici la construction.

Supposons un bassin X O P, dans lequel s'ouvre un canal N O, par lequel ce bassin se remplit; supposons outre cela, qu'il y ait des crevasses, des fentes par lesquelles l'eau de la pluie pénetre dans ce bassin: supposons maintenant un canal S T V, qui s'éleve en T, se termine extérieurement en V vers la surface de la terre, & qui prenne son origine vers la partie inférieure S, & intérieure du bassin. L'eau qui se fait jour & qui pénetre dans ce bassin, s'y amasse & s'y accumule jusqu'à la hauteur Q R T, avant de pouvoir surpasser la crosse ou la courbure T du canal; mais lorsqu'elle est parvenue à cette hauteur, elle coule de T en V: & dès qu'elle a commencé à couler de T en V, elle continue à couler vers V; parcequ'on doit regarder S T V comme un syphon, dont les branches sont inégales, la branche S T étant la

plus courte, & la branche T V étant la plus longue & la plus basse. Cela posé, si le canal S T V est plus large & plus ample que le canal N Q, qui conduit l'eau dans le bassin, il sortira une plus grande quantité d'eau par l'orifice V, qu'il n'en entrera dans le bassin par le moyen du canal N Q, le bassin s'évacuera donc insensiblement, & l'orifice S demeurera à découvert: il passera donc alors de l'air par cet orifice, qui poussera devant lui l'eau du canal S T V, & qui l'évacuera, & la fontaine cessera de couler; mais pendant ce tems, le canal N Q continue toujours à porter de l'eau dans le bassin, qui doit encore être rempli jusqu'à la même hauteur Q R T, pour que l'écoulement puisse avoir lieu par l'orifice V: mais aussi dès que ce bassin sera suffisamment rempli, l'écoulement de l'eau aura lieu de nouveau, comme précédemment; & voici la raison pour laquelle on trouve de ces fontaines réciproques, qui coulent pendant des tems fixes, & qui cessent pareillement de couler pendant un tems déterminé.

§. MMCCCLXXX. La pluie peut aussi causer quelques dommages. 1°. Lorsqu'une trop grande quantité de pluie tombe dans un endroit. 2°. Quand il pleut trop fréquemment, & que l'atmosphere est trop refroidi. 3°. Lorsque les pluies tombent hors de saison, comme, par exemple, dans le tems de la moisson, ou dans le tems que les moissons doivent prendre leur maturité; en effet, ces sortes de pluies gâtent la moisson; elles font germer les grains qui sont en maturité. 4°. Les pluies trop abondantes gâtent les chemins, font déborder les fleuves; elles arrachent les plantes, elles déracinent les arbres, les vignes, elles font mourir les bestiaux, & elles reculent le tems des semences.

Des trombes de mer.

§. MMCCCLXXXI. Il arrive quelquefois que deux vents à-peu-près paralleles, soufflent en sens contraire, à peu de distance l'un de l'autre, & que venant à rencontrer une ou plusieurs nuées qui se trouvent sur leur passage, ils les poussent & les compriment; ce qui fait que quelques-unes de leurs parties se convertissent en eau. Ces vents continuant d'avancer un peu à côté l'un de l'autre, ils font tourner avec rapidité les nuées qu'ils compriment, de même que deux puissances appliquées à la circonférence extérieure d'une roue, feroient aussi tourner cette roue, si elles pressoient l'une contre l'autre, & selon des directions contraires. Les deux vents eux-mêmes se meuvent circulairement de même que la nuée qu'ils embrassent; & cette partie de la nuée entourée, étant mue circulairement, forme une espece de tourbillon, se condense & se convertit en une pluie fort épaisse, qui tombe par sa propre gravité, & prend, dans sa chûte, la figure d'une colonne, tantôt conique, tantôt cylindrique, qui tourne sur elle-même avec beaucoup de rapidité: cette colonne, ainsi que je l'ai observé, tient toujours en haut par sa base, à l'autre partie de la nuée noire & épaisse, tandis que la pointe est tournée vers la terre. On donne différens noms à ces sortes de colonnes; on les nomme en François trombes de mer, en Hollandois eenhoos, en Anglois waterspout, &c.

§. MMCCCLXXXII. *Lucrece* nous a donné une description très élégante de

de ces sortes de colonnes (1). Nous en avons encore plusieurs autres descriptions (2), qui nous apprennent que ces sortes de colonnes sont de différentes épaisseurs : il y en a qui n'ont à peine qu'une toise de diametre, souvent elles sont de 4 à 5 toises : on en a vu qui en avoient 50 & plus [*Tab.* 60. *fig.* 4.] (3). Lorsque ces colonnes sont pleines d'eau, & qu'elles sont très épaisses, elles sont en même-tems très limpides; au contraire lorsque la pluie qu'elles versent est rare, & que ses parties sont écartées les unes des autres, alors la colonne paroît blanche, mais trouble, ou de couleur cendrée tirant sur le violet : on en a vu qui étoient creuses intérieurement & vuides d'eau; parceque la force centrifuge pousse hors du centre les parties internes qui se meuvent alors d'un mouvement rapide & circulaire, avec lequel le tourbillon est emporté comme autour d'un axe. La surface interne qui est creuse ressemble assez bien à une vis d'Archimede a a, à cause de l'eau qui tombe par son propre poids, & qui, étant en même-tems tournée avec beaucoup de rapidité, fait effort pour se jetter en-dehors par sa force centrifuge, ou pour s'éloigner davantage du centre du mouvement : plusieurs parties aqueuses se détachent de la circonférence extérieure de la colonne, & se combinant avec le vent, elles forment comme une espece de fumée. Ces parties venant ensuite à tomber sur la mer ou sur terre, produisent une pluie fort épaisse, dont l'étendue est encore plus considérable que celle de la colonne d'où elles partent.

Ces trombes forment quelquefois une colonne droite suspendue perpendiculairement à l'horison [*Tab.* 60. *fig.* 1. 2. 3. 4.]; dans ce cas cette colonne n'est point repoussée par le vent, elle n'est maîtrisée que par sa seule pesanteur, & elle conserve sa direction perpendiculaire : quelquefois cette colonne est oblique & inclinée; ce qui vient de l'action du vent qui la maîtrise vers sa partie supérieure : quelquefois elle paroît courbée dans une partie intermédiaire de sa longueur; ce qui dépend de la hauteur selon laquelle le vent l'agite & la maîtrise. On en a vu quelquefois qui devenoient plus minces dans un endroit, s'épaississoient ensuite pour devenir encore plus minces inférieurement; de même qu'il arrive à une goutte d'eau suspendue qui se divise pour tomber : on en a vu qui se divisoient vers le milieu; alors leur partie inférieure séparée du reste de la colonne, se précipite dans la mer; mais elle est bien-tôt reproduite par la nuée qui fournit de nouvelles parties à cette colonne pour remplacer celles qu'elle vient de perdre.

Si l'un des deux vents qui agissent contre cette colonne devient supérieur à l'autre, & qu'il souffle avec plus de violence, il maîtrise la colonne, & on la voit flotter à son gré au-dessus de la mer & de la terre ferme (4). Si cette colonne demeure suspendue au dessus de la mer, & qu'elle descende presque jusques vers sa surface, on voit alors une petite colonne B qui s'éleve de la mer, & qui va à la rencontre de la colonne suspendue : l'élévation de cette petite colonne dépend en partie du vent, qui forme comme une espece de tourbillon autour de la trombe, & qui, par son mouvement rapide, emporte

(1) Lucretius. Lib. 6. v. 423.
(2) Journ. des Sav. ann. 1682, p. 162 & 143. Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1727.
(3) Philos. Transf. n. 454. p. 229.
(4) Philos. Transf. n. 493. p. 248. Philos. Transf. Vol. 47. pag. 477.

l'eau de la mer, & l'oblige de s'élever; elle dépend auſſi en partie de la cavité intérieure de la trombe, qui ne contient autre choſe qu'un air fort raréfié; puiſque les parties aqueuſes s'éloignent continuellement du centre par la force centrifuge qui les maîtriſe, & que l'air qui s'inſinue dans cette cavité, ſoumis à la même force centrifuge, s'en éloigne auſſi, & conſéquemment s'y trouve très raréfié. Cela poſé, la preſſion que l'atmoſphere déploie contre la ſurface de la mer, oblige les colonnes d'eau qui répondent à cette cavité à s'y porter: l'air compris entre la ſurface de la mer & la trombe s'y porte auſſi avec véhémence, comme on en peut juger par les corps légers qu'il emporte avec lui, & qu'il éleve dans le milieu de ce tourbillon; mais comme cette trombe verſe de tous côtés une quantité d'eau abondante qui tombe autour de la petite colonne qui s'éleve de la mer, la chûte de cette eau, jointe aux particules aqueuſes qui s'élevent de la mer, forme comme une eſpece de bruine G, & comme le vent qui ſe meut circulairement autour de la trombe, agit contre la ſurface de la mer, la preſſe & l'agite; il éleve les différentes parties de cette ſurface, de ſorte qu'elle forme de gros bouillons.

Pareillement lorſqu'une trombe répond à la ſurface de la terre, & qu'elle s'eſt abaiſſée au point de toucher cette ſurface, cette trombe paroît ſous la forme d'une nuée bouillonnante; ce qui vient de la pouſſiere qui eſt alors agitée en forme de tourbillon, & des parties aqueuſes qui rejailliſſent de deſſus la ſurface de la terre, & qui ſe relevent vers la trombe en ſe mêlant avec la pouſſiere, ainſi que de la pluie qui tombe alors, & qui entoure de tous côtés, & fort au loin, toute la circonférence du tourbillon. Comme l'eau que cette trombe verſe tombe avec un mouvement accéléré, elle tombe de la même maniere que l'eau qui ſort par l'orifice d'un baſſin, & qui forme un jet qui va toujours en diminuant, à proportion qu'il devient plus long, & qu'il eſt plus proche de la ſurface de la terre: c'eſt auſſi pour cette raiſon que la partie inférieure d'une trombe eſt très mince, tandis que ſa baſe eſt très étendue à l'endroit où elle adhere & où elle communique avec la nuée.

Cette colonne qui paroît ſuſpendue à une nuée, ne ſe détruit point tout-à-coup, quoique ſes parties paroiſſent devoir être emportées de tous côtés par la force centrifuge qui les maîtriſe; ce qui vient de ce que les parties aqueuſes qui s'éloignent du centre rempliſſent un eſpace mitoyen, conjointement avec l'air raréfié qui ſe trouve renfermé dans cet eſpace: par ce moyen l'air extérieur qui entoure cette colonne, étant plus denſe & plus peſant, la comprime de toutes parts vers le centre, la reſſerre & la retient; de ſorte qu'il ne s'en échappe que quelques parties aqueuſes; ſavoir, celles dont la force centrifuge eſt plus conſidérable que la preſſion de l'air extérieur: cette colonne ne peut point ſe précipiter dans la mer plus promptement que la pluie; au contraire même elle doit employer plus de tems pour y tomber, eu égard au mouvement dont elle jouit, qui ſe fait ſelon une ligne ſpirale.

§ MMCCCLXXXIII. Les trombes cauſent des dégâts & de grands dommages ſur tous les corps ſur leſquels elles tombent, elles mettent la terre à nud, elles briſent, elles renverſent avec fracas tout ce qu'elles rencontrent:

par exemple, les édifices, les murs, les grands arbres, les vaiſſeaux, les ſommets des tours, réſiſtent moins à leur action qu'à celle des vents les plus impétueux; ce qui vient de ce que l'eau eſt près de mille fois plus peſante que l'air, & de ce que ſes molécules ſont extrêmement dures: & par conſéquent lorſqu'elles ſe meuvent avec une grande vîteſſe, elles acquerent de très grandes forces, auxquelles on ne connoît preſque rien qui puiſſe réſiſter. Ces trombes entraînent donc avec elles de groſſes branches d'arbres, des pierres, des roſeaux, du gazon, du foin, & elles jettent & vomiſſent çà & là tous ces corps après les avoir entraînés: elles cauſent des inondations par-tout où elles tombent, par la prodigieuſe quantité d'eau qu'elles y répandent, & on a même obſervé qu'elles lançoient quelquefois de la grêle (1); ce qui arrive lorſqu'elles paſſent à travers un air très froid, ou lorſqu'elles ſe forment dans une partie très élevée de l'atmoſphere, ſavoir dans celle que nous avons déja indiquée comme la région de la glace. On a obſervé le 24 du mois de Juin, en l'année 1750, une trombe qui ſe forma dans un tems d'orage, lorſque le tonnerre grondoit; cette trombe tomba dans un Bourg nommé Berkoude: elle abattit un mur, elle enleva le toit d'une maiſon, elle tranſporta un bœuf, une geniſſe, & un bouc d'un champ dans un autre; elle enleva une barque qui étoit dans un foſſé, & elle la porta ſur la terre; elle déracina un ſureau. *Thevenot* a obſervé que ces ſortes de trombes produiſent quelquefois un ſon ſourd, ſemblable à celui que forme un torrent rapide qui roule ſes eaux avec impétuoſité dans un vallon très profond, & au milieu duquel on diſtingue un ſon plus aigu, qui imite le ſifflement d'un ſerpent. J'ai obſervé moi-même à Leyde, en 1715, une trombe immenſe, dont je n'étois pas éloigné de plus de 30 pieds; cette trombe produiſoit un ſon terrible, ſemblable à celui d'une mer violemment agitée, & en même-tems à celui de pluſieurs chars qui ſeroient entraînés rapidement ſur des cailloux; ce qui venoit du mouvement rapide de tourbillon, dont l'air ambiant, ainſi que celui de la trombe, étoit agité, & de ſon action ſur les corps qu'il frappoit & qu'il renverſoit. Ce ſon continue & ne ceſſe point, pour l'ordinaire, que la nuée ne ſoit tout-à fait diſſipée, ou au moins qu'elle ne ſoit beaucoup diminuée Plus la trombe eſt grande, & plutôt elle ſe diſſipe; parceque toute la nuée ſe confond avec elle: perſonne n'a obſervé de trombe qui ait ſubſiſté pendant l'eſpace d'un jour, ni même pendant une heure, tant eſt grande ſa vîteſſe & la promptitude avec laquelle elle ſe diſſipe.

On obſerve de ces phénomenes dans tout l'Univers; ils arrivent cependant plus fréquemment ſur la Méditerranée, en Syrie, auprès de Laodicée, de Greego, & du mont Carmel, ſuivant les obſervations de *Thom. Shaw* (2).

Nos Pêcheurs en ont cependant ſouvent obſervé dans la mer d'Allemagne. Lorſque les Marins voient une trombe qui s'approche d'eux, ils la canonnent & lancent contre elle de très gros boulets de fer; par ce moyen ils la détruiſent très promptement: car ſans cela elle pourroit leur faire faire naufrage.

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1727. (2) Travels to Barbary. p. 362.

Nous ne connoissons aucune utilité à ces sortes de phénomenes; mais nous connoissons quantité d'accidens qu'ils occasionnent, & quantité de ravages qu'ils causent sur notre globe.

§. MMCCCLXXXIV. On observe encore d'autres especes de trombes qui ne doivent point leur origine aux nuées; ce ne sont que des especes de colonnes d'eau, qu'un vent doué d'un mouvement de tourbillon éleve de la surface de l'eau jusqu'à une certaine hauteur : ce vent emporte avec lui ces colonnes, & les pousse d'un lieu dans un autre, peu éloigné, à la vérité, de l'endroit où elles prennent leur origine; ces colonnes retombent ensuite par leur propre poids, ou sur terre, ou dans l'eau. On observa un semblable phénomene, le 24 Juin de l'année 1754, à 2 heures après midi, dans le voisinage de Harlem; l'eau de Spara s'élevoit à la hauteur de 50 à 60 pieds, elle tomba ensuite sur des maisons auprès de Paul-Longo : elle en écrasa les toits, elle en brisa les fenêtres, & tout ce dommage se fit dans l'espace d'une minute.

Kalsenius nous a donné une très belle description d'un semblable phénomene, qu'il observa en 1725 à Moklinta; cette trombe, qui s'élevoit du lac, s'étendit jusqu'à $\frac{1}{8}$ de mille sur terre, où elle causa de très grands dommages (1).

Dampierre observa sur la mer Pacifique une semblable trombe, qui s'élevoit à la hauteur de 6 à 7 toises, qui étoit accompagnée d'un vent impétueux, sans qu'il parût aucun nuage (2).

On en a aussi observée sur le lac de Geneve, qui se présentoit sous la forme d'une colonne qui paroissoit s'élever du fond de l'eau; cette colonne se fit voir pendant l'espace de 2 ou 3 minutes : aussi-tôt après on vit une vapeur épaisse qui s'élevoit de l'eau en cet endroit, & le lac parut bouillonner, de même que s'il eût fait un effort pour se soulever (3). Peut-être le feu souterrain concouroit-il à la formation de cette colonne : ce feu faisant effort pour s'échapper du fond du lac, & pour se porter au dehors, poussoit peut-être devant lui la colonne d'eau qui s'opposoit à son passage, ou peut-être élevoit-il l'eau qui se trouvoit dans quelque cavité, sous la forme du jet d'une fontaine. On peut aussi rapporter à cette cause la vapeur qu'on observa ensuite, ainsi que l'ébullition du lac. Ces phénomenes sont assez fréquens sur le lac de Geneve; car on observe souvent dans un tems calme, & lorsque le ciel est serein, que l'eau de ce lac se gonfle & bouillonne, de sorte qu'on ne peut alors s'embarquer dessus sans encourir un danger manifeste. Ce phénomene est communément appellé *la vandaise* (4). Mais lorsque ces sortes de colonnes changent de place, on ne peut gueres soupçonner que le feu souterrain concoure à leur production; mais seulement un vent impétueux, doué d'un mouvement de tourbillon, & qui entraîne avec lui la colonne qu'il forme. Il en parut une semblable sur le lac de Geneve, l'année qui suivit celle où l'on observa celle dont nous venons de parler. M. *Jallabert* nous a donné une très belle description de cette trombe (5). A la distance d'environ

(1) Acta Litter. Sueciæ, ann. 1725, p. 106. (2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1741. (3) Voyag. aux Terres Australes. Tom. 5. (4) Kircheri Mund. Subterr. Lib. 4. pag. 225. (5) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1742.

3000 pieds du rivage, on voyoit une vapeur noire & épaisse, qui paroissoit avoir 16 à 18 toises d'étendue; cette vapeur qui étoit assez basse, s'élevoit par de grands sauts: & après avoir ainsi paru pendant l'espace d'une demi-heure, elle se changea en une colonne droite & assez haute, & elle subsista ainsi pendant quelque tems; elle se porta ensuite jusqu'au Continent, où elle parcourut 50 à 60 pas, où elle se dissipa en un moment. M. *de Polignac* décrit très élégamment, dans son *Anti-Lucrece* (1), ces sortes de trombes, qui doivent leur origine à un tourbillon de vent.

§. MMCCCLXXXV. La rupture des nuages a lieu lorsqu'une nuée qui n'est point fort élevée dans l'atmosphere, est subitement comprimée & condensée par des vents impétueux qui la dépouillent promptement de sa matiere électrique, & qui soufflent selon des directions contraires. L'orage, la foudre & le tonnerre qui s'engendrent au-dessous de la région de la glace, peuvent aussi produire un effet semblable: cette nuée étant fortement & promptement comprimée, ses parties dépouillées de leur matiere électrique, s'approchent les unes des autres, se resserrent promptement, se convertissent en eau, & tombent, par leur propre poids, sur la partie de la surface de la terre qui leur répond, & qu'elles inondent en très peu de tems par la quantité d'eau qu'elles y versent. J'ai observé à Utrecht en 1737 un semblable phénomene: il y tomba, le 6 Juin, en une demi-heure de tems, 3 pouces d'eau; cette pluie fut accompagnée d'un orage terrible. Comme le vent qui pousse des nuées contre une montagne opposée, qui les dépouille de leur matiere électrique, produit le même effet que des vents contraires qui agiroient contre ces nuées, il n'est pas difficile d'expliquer pour quelle raison ces ruptures de nuages sont plus fréquentes dans des Pays montagneux, ainsi que dans les endroits où les orages & les tonnerres se font souvent observer, que dans des Pays plats, & dans des endroits où les orages & les tonnerres sont plus rares. On peut consulter *Scheuchser* (2) sur ces sortes de phénomenes. *Gassendi* prétend cependant qu'il y a quelquefois des nuées qui crevent & qui tombent sur les endroits escarpés des montagnes dans un tems calme, lorsqu'elles ne sont soutenues par aucun vent (4). Mais comme une nuée est toujours en équilibre avec la région de l'air qui la soutient; elle ne peut tomber à moins qu'elle ne se condense & qu'elle ne devienne spécifiquement plus pesante: ce qui peut arriver par un vent qui souffle dans une région supérieure, qui dépouille cette nuée de sa matiere électrique; tandis que l'air inférieur, c'est-à-dire, celui qui est au-dessous de la nuée est calme & tranquille.

§. MMCCCLXXXVI. On ne connoît encore aucun avantage qu'on puisse tirer de ces sortes de phénomenes; car on observe toujours qu'ils causent de grands dommages par la quantité de pluie qu'ils font tomber sur la terre, & par la force avec laquelle cette pluie est lancée: car elle entraîne avec elle de grosses masses qu'elle détache des montagnes; elle accable les voyageurs sur lesquels elle tombe, elle les renverse, elle les engloutit, elle inonde les campagnes & les moissons; en un mot, elle cause un nombre prodigieux de dégats & de dommages.

(1) Lib. 2. v. 996. (2) In Itinere Alpino, ann. 1703. p. 125. (3) Phys. Lib. 2. Sect. 3. cap. 2. p. 74.

Du givre ou de la gelée blanche.

§. MMCCCLXXXVII. On appelle givre cette espece de glace qui s'attache aux plantes, & qu'on observe sur toutes sortes de corps. Elle doit son origine à la rosée qui transpire des vaisseaux des plantes pendant la nuit; elle vient aussi des vapeurs qui s'élevent de la terre, qui demeurent adhérentes à sa surface ou à celle des différens corps peu élevés au-dessus de cette surface: l'hiver cette transpiration, cette vapeur, est saisie par un air froid chargé de particules glaciales qui la convertissent en glace, & qui produisent par ce moyen cette espece de gelée que nous nommons gelée blanche ou givre. Comme les plantes vertes sont les seules qui transpirent, & non celles qui sont arides & desséchées; aussi remarque-t-on que ce sont sur-tout les premieres qui sont couvertes de gelée blanche, tandis que les autres n'en portent que très peu, ou point du tout: on remarque aussi que les corps qui ont la faculté de repousser la rosée, ne sont point couverts de givre, tandis que ceux qui attirent fortement la rosée en sont couverts sur toute l'étendue de leur surface.

§. MMCCCLXXXVIII. Il se forme encore de la gelée blanche lorsque les corps qui sont vers la surface de terre, sont entourées d'un brouillard fort bas qui s'applique contre la surface de ces corps, & qu'il survient aussi-tôt un froid assez grand pour glacer les particules aqueuses de ce brouillard: cette gelée blanche adhere de toutes parts à ces corps sous la forme de petits corpuscules, ou de petits floccons de neige: cette gelée est très dense du côté où elle se trouve exposée au vent; elle est beaucoup plus dense que du côté opposé: bien plus, si cette gelée dure & persévere pendant plusieurs jours, elle devient si dense & si compacte, qu'on la prendroit pour de la neige qui seroit tombée sur les corps auxquels elle adhere. J'observai à Leyde un semblable phénomene dans les premiers jours du mois de Janvier de l'année 1743; cette gelée paroissoit sous la forme d'une longue barbe de neige, adhérente aux corps du côté où elle étoit exposée au vent. On remarque souvent en Hollande de ces sortes de gelées. *Dechales* (1) en a vu de semblables en France.

§. MMCCCLXXXIX. On remarque aussi quelquefois du givre sur les corps qui sont en plein air; cet effet a lieu pendant l'hiver, lorsqu'après une gelée l'air se trouve rempli de vapeurs humides, qui, étant plus chaudes que les murailles & les corps circonvoisins, vont s'y attacher, s'y condensent & s'y changent en gelée blanche. On remarque que cette gelée s'attache sur-tout sur les murailles des maisons & sur les toits de pierre, sur-tout sur ceux qui sont exposés depuis long-tems aux injures du tems. Le givre s'attache encore particulierement aux vitres des maisons; parceque le verre attire fortement les vapeurs: il les couvre extérieurement ou intérieurement. Les vitres en sont couvertes extérieurement lorsque l'air intérieur, celui qui réside dans l'appartement, est plus froid que l'air du dehors; dans ce cas, le feu du dehors & les vapeurs se portent vers les endroits qui sont plus froids;

(1) Tract. de Meteoris, Prop. 4.

le feu dépose ces vapeurs & les applique contre la surface extérieure des vitres, les pénetre ensuite pour se porter dans l'intérieur de la maison. Mais lorsque l'air du dehors est plus froid que celui des appartemens, le feu, ainsi que les vapeurs qui nagent & qui flottent dans les maisons, font effort pour s'en échapper & pour se porter au-dehors, le feu abandonne alors les vapeurs sur la surface intérieure des vitres où elles se glacent; tandis qu'il pénetre à travers leur épaisseur, & se porte dans l'air extérieur. Ces sortes de congélations, ces frimats représentent différentes figures sur les vitres; elles représentent quelquefois des feuilles d'arbres : on remarque quantité de petites côtes qui sortent sous différens angles de la tige & de la côte du milieu; elles représentent quelquefois des arbres, des rejettons, ou d'autres figures, droites, courbes, disposées obliquement, & formant différentes courbures.

Le givre ne se forme donc point des vapeurs qui se condensent, qui se gelent dans l'air, & qui tombent ensuite sur différens corps; mais des vapeurs qui commencent à tomber sur ces corps, & qui s'y gelent ensuite, ainsi qu'on peut s'en assurer par la formation du givre qui se forme & qu'on trouve adhérent sur les vitres des maisons.

§. MMCCCXC. Le givre cause souvent de grands dommages, sur-tout pendant le printems, lorsque les arbres sont en fleurs : il est très dangereux lorsqu'après un jour serein, pendant lequel le soleil s'est montré dans toute sa splendeur, & a déterminé les sucs nourriciers à s'élever des racines, du tronc & des tiges des plantes pour se porter à leurs fleurs, la nuit suivante est très froide, & engendre beaucoup de givre : cette congélation brise les étamines, les pistils des fleurs qui sont encore trop tendres pour résister à son action; elle dilate leurs vaisseaux, elle les rompt, & empêche la maturité des fleurs, ou si elles sont en maturité, elle les corrompt. Le dommage est encore plus grand si, après une nuit pendant laquelle il s'est formé une grande quantité de givre, il survient un jour serein; car alors la fonte subite de cette glace fait périr les parties des plantes qui en sont couvertes, & il en est de même que de ceux à qui quelques membres sont gelés, & qu'on fait passer subitement dans un endroit trop chaud; la gangrene survient aussitôt : pour obvier à un tel inconvénient, il faut commencer par frotter avec de la neige les parties gelées, afin que la fonte de la gelée ne se fasse que lentement. On remarque la même chose par rapport aux fleurs qui sont endommagées par le givre : en effet, si le lendemain d'une nuit pendant laquelle ces fleurs ont été couvertes de givre, il survient un brouillard, & que l'air soit humide, la fonte du givre se fera lentement, & le dommage qu'il causera sera d'autant moindre, qu'il se fondra plus lentement. Les Jardiniers instruits, ceux qui sont au fait de tous ces accidens, ont coutume d'asperger d'eau les fleurs qui sont couverte de givre, afin qu'il se fonde lentement avant que le soleil, par la chaleur de ses rayons, ne l'ait déterminé à se fondre brusquement. C'est aussi pour cette raison qu'ils trouvent un très grand avantage à garantir les arbres de la trop grande ardeur du soleil, en les couvrant de roseaux pendant le jour. On appelle le givre, en Suede, *rugga*; il nuit sur-tout au froment, il s'attache sur les épics, où on le remarque d'une couleur rouge obscure : ce phénomene se fait sur-tout observer dans les

endroits dans le voisinage desquels il se trouve des minéraux (1). Nous observons en Hollande, qui est dans le voisinage de la mer, que les feuilles des arbres se corrompent promptement, se fanent, se dessechent & deviennent jaunes: le Peuple pense que ces feuilles sont grillées, & il appelle *flammes marines* la cause qui produit cet effet. On exprime en Angleterre cette cause par le mot *bligt* (2); mais il n'existe point de flammes marines: ces effets viennent du givre qui couvre ces feuilles pendant la nuit, & qui les corrompt, ainsi que je l'ai expliqué ci-dessus. Lorsque ces feuilles sont ainsi corrompues, elles deviennent très tendres; elles sont très propres alors à la nourriture de plusieurs insectes qui y abordent en grande quantité, & qui s'en nourrissent.

De la grêle.

§. MMCCCXCI. Lorsqu'une nuée se change en pluie, & que les gouttes de cette pluie traversent la région glaciale de l'air, ou une région d'air inférieure, mais disposée à produire de la glace; alors ces gouttes se condensent, forment de petits corps durs, sphériques, glacés, qu'on appelle grêle.

§. MMCCCXCII. On ne peut gueres déterminer à quelle hauteur la grêle se forme dans l'atmosphere; car il est nécessaire que cette grêle ait été auparavant une pluie liquide qui se soit ainsi convertie en grêle, & cette congélation a pu se faire dans toute partie de l'atmosphere comprise depuis la partie supérieure de la région de la glace, où les nuées s'élevent quelquefois, & se convertissent en pluie jusqu'à la surface de la terre, pourvu que ces gouttes de pluie aient traversé dans tout cet immense trajet, une masse d'air assez froide & remplie de parties propres à produire de la glace.

En Hollande, & pendant l'hiver, l'air qui est auprès de la surface de la terre, est assez froid & assez disposé à produire la congélation de l'eau: & c'est aussi pour cette raison que si on considere avec attention les nuages qui se convertissent en neige ou en grêle, on verra qu'ils ne sont pas fort élevés au-dessus de la surface de la terre: & suivant que les nuées seront plus ou moins élevées en hiver, la grêle se formera en différens endroits au-dessus de la surface de la terre.

L'air qui est auprès de la surface de notre globe, n'est point assez froid pendant le printems & pendant l'automne pour pouvoir convertir en glace la pluie qui le traverse; la grêle se formera donc alors dans la région supérieure de l'air, dans celle que nous regardons comme la région de la glace, & elle tombera sur la terre en traversant une masse d'air qui ne sera point assez chaude, ou propre à procurer la fonte de la glace & à la convertir en pluie: de-là si la grêle qui se sera formée vers la partie inférieure de la région de la glace, a été formée par de petites gouttes d'eau, les grains de grêle qui tomberont sur la terre, n'auront point une grosseur considérable. Il ne tombe point de grêle en été, si ce n'est pendant un tems d'orage; & lorsqu'il en tombe, cette grêle s'est formée dans la partie supérieure de la région glaciale: pour l'ordinaire ces grains sont petits, & ils se fondent en traversant

(1) Ehrenmalms Reise Durch Nordlan. pag. 324. (2) Joh. Hill. Experim. Philos. Nat. Observ. 8.

un

un air chaud, avant de parvenir à la surface de la terre, ou lorsqu'ils y parviennent, ils s'y fondent sur-le-champ.

§. MMCCCXCIII. La grêle est ordinairement de la grosseur des gouttes de pluie; de sorte que la différence qu'on y remarque est comme celle qui se trouve entre les différentes gouttes de pluie. Comme les gouttes de pluie qui se forment dans la partie supérieure de la nuée, ainsi que celles qui se forment vers sa partie inférieure, sont petites; il en est de même à l'égard de la grêle: de-là vient que la grêle qui se trouve sur le sommet des hautes montagnes, est plus petite que celle qui se rencontre dans les vallées. C'est ce que M. *Seheuchzer* a observé sur les montagnes des Alpes, & ce qui est encore confirmé par les observations du célebre *Beccaria* (1). La même chose a aussi lieu sur les autres montagnes, comme on peut s'en convaincre par les observations de M. *Fromond*, & de plusieurs autres.

§. MMCCCXCIV. Il arrive rarement que les grains de grêle soient parfaitement ronds; ils sont applatis çà & là, comprimés, & on leur remarque des angles & des cavités. La grêle qui tombe lorsqu'un vent violent se fait sentir, est ordinairement d'une figure moins réguliere que celle qui tombe dans un autre tems; parceque le vent fait perdre aux gouttes de pluie leur rondeur, les applatit en les comprimant, de sorte qu'elles conservent cette même figure lorsqu'elles viennent à se geler. La glace est quelquefois mollasse, sa surface paroît comme saupoudrée de farine: cette sorte de grêle est ordinairement petite, & se fond facilement; elle tombe lorsqu'il fait un tems calme, humide, & un peu chaud. En effet, les petites particules de vapeurs qui conservent leur fluidité vers la surface de la terre, & qui y demeurent suspendues, s'attachent aux grains de grêle qui tombent des nuées supérieures, & qui les rencontrent dans leur chûte: elles se gelent par ce contact, & forment cette espece de farine qu'on remarque sur la surface de la grêle.

On trouve souvent dans le centre de la grêle une espece de noyau opaque & blanc, qui est entouré d'une croûte plus transparente; il paroît que ce noyau s'est d'abord converti en glace dans la partie supérieure de la région glaciale, où il gele fortement, & qu'en tombant ensuite avec une très grande vîtesse, il a rencontré dans sa chûte des gouttes d'eau qui se sont attachées à sa surface, & qui s'y sont glacées, & par le froid de l'air, & par celui qu'elles ont éprouvé par leur attouchement au noyau glacé: mais comme l'intensité de la gelée est beaucoup plus petite vers la région inférieure de l'air; cette glace extérieure doit être plus molle, & doit être transparente, de même que la glace qui commence à se faire observer sur la surface des eaux des fosses: il peut se faire aussi que cette croûte soit formée d'une glace qui ait commencé à se fondre, tandis que le noyau a conservé toute sa dureté. Cette sorte de grêle a coutume de tomber en même-tems que la pluie dont elle est accompagnée.

§. MMCCCXCV. La grêle tombe quelquefois comme de gros morceaux de glace: c'est ce qui a donné lieu aux anciens Philosophes (2) d'imaginer

(1) Del Electrissimo. Lett. 15. p. 316.
(2) Lucret. Lib. 1. v. 155. Seneca, Quæst. Nat. Diog. Laert. de Stoïcis.

que les nuées entieres étoient de grosses masses de glace qui se rompoient & se brisoient en fragmens de différentes grandeurs qui tomboient ensuite en se pressant les unes contre les autres : personne cependant n'a encore observé aucune nuée entierement glacée qui demeurât suspendue dans les airs, même dans la partie la plus élevée de la région glaciale ; & on ne peut pas concevoir comment il pourroit se faire qu'un nuage converti en glace, & qui formeroit alors une masse aussi considérable & aussi pesante, pût être suspendu & se mouvoir dans une région quelconque de l'air. Lorsque les grains de grêle sont fort gros, on observe pour l'ordinaire qu'ils sont composés de plusieurs grains, ou de plusieurs fragmens distingués les uns des autres, mais adhérents fortement les uns aux autres, & formant de grosses masses, dont les figures sont tout-à-fait irrégulieres. *Dechales* rapporte qu'il tomba à Rome, en 1740, une grêle dont les grains étoient de la grosseur d'un œuf. *Wallace* rapporte, dans sa déscription des Isles Orcadés, qu'au mois de Juin de l'année 1680, il tomba, pendant un tems d'orage, & lorsque le tonnerre grondoit fortement, des morceaux de glace de l'épaisseur d'un pied. Dans une Isle nommée Ryssel, il tomba, le 25 de Mai de l'année 1686, de la grêle dont les grains étoient de la grosseur d'un œuf de colombe : ces grains pesoient $\frac{1}{4}$ de livre ; il y en avoit qui pesoient une livre : on trouvoit au centre de quelques-uns de ces grains une matiere d'une couleur brune obscure (1). *Morton* a observé à Northampton, en 1693, des lames de glace longues de deux pouces, & épaisses d'un pouce (2), & outre cela des grains sphériques d'un pouce de diametre, sur lesquels on remarquoit 5 rayons saillans qui formoient une espece d'étoile. A Herrfort, en Angleterre, il tomba, au mois de Juin de l'année 1697, de la grêle qui avoit 9 pouces de grosseur (3). Il tomba en 1720, auprès de Crembs, de la grêle dont quelques grains pesoient 6 ℔ (4). En 1736, je vis à Utrecht des grains de grêle qui étoient aussi gros que des œufs de pigeons ; quelques-uns de ces grains étoient composés de 2, de 3, de 4 autres plus petits qui s'étoient unis ensemble pour n'en former qu'un seul, mais qu'on distinguoit parfaitement, parce-qu'ils étoient séparés les uns des autres par des espaces assez grands : j'en vis quelques-uns parmi ceux-là qui étoient aussi gros que des œufs de poules. Dans une Province d'Allemagne nommée Thuringe, il tomba en 1738, auprès de Northausen, & dans 24 Bourgs circonvoisins, des grains de grêle aussi gros que des œufs d'oie. En 1739, il tomba dans l'Evêché de Wartzbourg, de la grêle dont certains grains pesoient 3 ℔. En 1740, il tomba en France de la grêle, dont quelques grains avoient deux pouces de longueur, un de large, & un demi-pouce d'épaisseur (5). Il en tomba de semblables en 1758 dans la Virginie (6).

Les observations qu'on a faites à cet égard, & la note qu'on en a soigneusement gardée en Europe, nous apprennent que ces sortes de grêles tombent

(1) Philosoph. Transact. n. 203. pag. 858.
(2) Natur. Histor. of Northampton, chap. 5. pag. 341.
(3) Philos. Trans. n. 229. pag. 579.
(4) Collectan Breslaw, ann. 1720.
(5) Histoire de l'Académie Royale, année 1741.
(6) Philoph. Transact. Vol. 50. Part. 2. pag. 746.

en été dans les mois de Mai (1), Juin, Juillet & Août, lorsqu'il survient un orage furieux, accompagné de coups de tonnerre foudroyans, d'éclairs, & que le tems est très sombre & très couvert.

Ces sortes de tempêtes, accompagnées de grêle, n'ont pas ordinairement une grande étendue; elles couvrent rarement un terrein de plus de 100, 200, ou 300 perches: le vent les transporte avec une très grande rapidité; elles rencontrent quelquefois d'autres nuages auxquels elles s'unissent, & avec lesquels elles parcourent en longueur un espace de 2 ou 3 milles: enfin elles se dissipent & elles cessent.

La partie inférieure, ou la couche inférieure de la région de la neige, considérée pour la France, l'Angleterre, & la Hollande, peut être placée à 9600 pieds au-dessus de la surface de la terre. Nous voyons cependant des nuées qui sont beaucoup plus élevées, qui nagent & qui flottent dans la région de la neige. Il y a des nuées qui sont fortement électriques, d'autres qui le sont moins: lorsque ces nuées se rencontrent, ces dernieres s'emparent avec avidité & promptitude de la matiere électrique des premieres, & les en dépouillent; il en résulte des étincelles & des éclats foudroyans, c'est-à-dire, des foudres & des tonnerres: cet effet se produit de la même maniere que les étincelles bruyantes que nous tirons lorsque nous approchons le doigt d'une barre de fer électrisée. Lorsque les nuées ont perdu leur matiere électrique, les vapeurs qui font partie de ces nuées, ne se repoussent plus les unes les autres; elles se condensent alors par l'action du vent, ou de plusieurs vents opposés, ainsi que par le froid qui regne dans l'endroit où elles se trouvent: elles se glacent, & cette congélation est d'autant plus prompte, qu'elles sont exposées à l'action d'un plus grand nombre de causes qui concourent à cet effet. Les premiers glaçons qui se forment sont plus petits; mais ils s'unissent avec d'autres qu'ils rencontrent dans leur chûte: ce qui leur donne différentes grosseurs, & ce qui rend leurs figures si irrégulieres; de sorte qu'il en résulte une masse non continue de glace, qui est le résultat de plusieurs glaçons réunis.

Cette grêle qui tombe d'une très grande hauteur, acquiert une très grande vîtesse, & tombe avec une très grande force sur la surface de la terre: joignez à cela que cette glace, étant très compacte, elle doit produire de très grands effets; aussi creuse-t-elle la terre jusqu'à un pouce de profondeur dans les endroits où elle tombe: lorsqu'elle tombe dans l'eau, elle éleve les parties de sa surface jusqu'à la hauteur d'une perche, & elle l'ébranle tellement, qu'elle y cause des bouillonnemens: lorsqu'elle tombe sur des pierres dures, elle se réfléchit jusqu'à la distance de 3 à 4 toises; elle cause encore de très grands ravages; elle couche, elle hache les moissons, les herbes, elle abat les fruits de dessus les arbres, elle en casse les branches, elle brise les toits des maisons, elle en casse les vitres, elle tue les bêtes féroces, les bestiaux dans les pâturages, les oiseaux dans les forêts, & les hommes mêmes sur lesquels elle tombe.

On pourroit douter si la foudre & le tonnerre qui se fait alors entendre si distinctement, seroit à une assez grande hauteur au-dessus de la surface de la

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1703. & 1753.

terre, pour être la cause de cette grêle? Mais il est constant que le tonnerre se fait entendre très distinctement, au moins à la distance d'un mille & demi; c'est-à-dire, de 21600 pieds: or en supposant que la couche inférieure de la région glaciale soit à la distance de 9000 pieds au-dessus de la surface de notre globe, il est évident que les nuées foudroyantes seront placées dans cette région.

Cette grêle froide qui tombe à travers un air chaud, le rafraîchit nécessairement, ainsi que la terre qui la reçoit.

§. MMCCCXCVI. La grêle prend quelquefois différentes formes: ses grains sont différemment figurés; mais celle qui tombe en même-tems, se présente sous une figure uniforme dans tous ses grains: on en a vu qui étoit plate, semblable à des lames de deux pouces de longueur, sur un pouce de largeur; d'autres avoient une forme conique, pyramidale, demi-ronde, anguleuse, applatie.

Or cette diversité ne dépendroit-elle point du froid & des parties glaciales qui se trouvent dans toute l'étendue de la région de la glace, qui, eu égard aux exhalaisons étrangeres qui les joignent, & dont la constitution ne nous est point encore connue, convertiroient les gouttes d'eau en crystaux de différentes formes, mais qui seroit la même en certains tems pour chacune de ces gouttes?

§. MMCCCXCVII. Pourquoi ne grêle-t-il jamais, ou ne grêle-t-il que très rarement, dans les vallons qui ont les montagnes à l'Orient, ainsi que l'a observé *Scheuchzer* par rapport aux vallées de Schwits, de Glaris, de Wallis, de Wesen, & de Gasteren? Cela ne viendroit-il pas de la grande quantité de rayons que ces montagnes réfléchissent, qui feroient fondre la grêle lorsqu'elle tombe?

§. MMCCCXCVIII. On ne peut guere déterminer le nombre de fois qu'il grêle dans l'espace d'une année; il arrive souvent que le nombre des jours où il grêle dans une année, soit double du nombre de ceux d'une autre année: ces jours sont quelquefois au nombre de 5, une autre année ils sont au nombre de 10, 20, 24. Or en additionnant le nombre de fois qu'il a grêlé à Utrecht pendant l'espace de plusieurs années, en prenant un terme moyen, j'ai trouvé qu'il y grêloit 8 fois par an, 14 ou 15 fois à Leyde. Je n'ai jamais vu tomber de grêle lorsque le vent est Sud-Est; je n'en ai vu tomber qu'une seule fois pendant un vent de Sud. Voici le nombre de fois que j'ai observé tomber de la grêle pendant l'espace de 5 ans, & les différens vents qui souffloient alors. Pendant un vent d'Ouest 13, de Nord-Ouest 8, du Nord 9, d'Est 2, de Nord-Est 2, de Sud-Ouest 5 fois. J'ai aussi observé le nombre de fois qu'il est tombé de la grêle dans tous les mois de l'année, pendant l'espace de 29 ans; & voici les résultats de mes observations. Janvier 30, Février 24, Mars 40, Avril 58, Mais 35, Juin 13, Juillet 11, Août 8, Septembre 10, Octobre 29, Novembre 40, Décembre 36: il grêle très rarement pendant les mois d'été, si ce n'est lorsqu'il survient un orage & du tonnerre.

Dechales observe néanmoins qu'il y a des endroits où il grêle souvent; savoir, dans ceux qui se trouvent exposés au Nord, entre des montagnes, sur-tout si le vent de Nord souffle au-dessus de ces endroits. C'est ce qui a

donné lieu à *Pline* de regarder le vent comme la cause de la grêle (1). *Gassendi* est aussi de cet avis (2). *Middleton* (3) nous apprend qu'il ne grêle jamais, si ce n'est au commencement ou vers la fin de l'hiver, auprès du fleuve Churchil, situé dans l'Amérique septentrionale.

§. MMCCCXCIX. Lorsqu'il grêle, on entend quelquefois, avant que la grêle soit tombée, un bruit & un craquement (4) qui est causé par les grains que les vents poussent les uns contre les autres; car comme ces petits glaçons sont des corps durs, ils rendent un son de même que tous les autres corps qui se choquent: ils choquent outre cela les autres corps qu'ils rencontrent sur leur passage, ainsi que la terre sur laquelle ils tombent; de sorte qu'ils doivent encore produire un nouveau son. Mais ce craquement qu'on entend alors, ne pourroit-il pas dépendre de l'électricité, qui enveloppe chacun des grains de grêle? Cette électricité ne pourroit-elle pas produire, par rapport à eux, le même craquement qu'elle produit lorsqu'un tube de fer en est fortement chargé?

La mer d'Allemagne est encore fortement ébranlée par la grêle; elle paroît alors en mouvement, de même que si elle étoit en effervescence; & c'est pour cette raison que certains pêcheurs n'osent pas y aller pêcher après qu'il y est tombé de la grêle: cet effet viendroit-il du vent du Nord, qui pousse cette grêle devant lui, & qui souffle dans une direction opposée au rivage? ou dépendroit-il de la grêle elle-même qui tombe dans cette mer, où elle se fond, & qui y exciteroit ces mouvemens qu'on y remarque? ou enfin dépendroit-il de la forte électricité qui entoure cette grêle, & qu'elle emporte avec elle dans cette mer?

§. MMCCCC. Il grêle plus souvent pendant le jour que pendant la nuit, & elle se fond beaucoup plus promptement que la neige; ce qui vient de ce qu'elle tombe pendant des jours de l'année, qui sont plus chauds que ceux pendant lesquels il neige, & de ce que la grêle tombe en moindre quantité que la neige: mais lorsqu'il tombe une grande quantité de grêle, & que les grains en sont très gros, elle ne se fond pas alors plus promptement que la neige; car je sais qu'il en tomba dans la Ville de Delft, à la fin du mois de Juillet, & qu'elle y subsista pendant huit jours.

De la neige.

§. MMCCCCI. Lorsque les vapeurs aqueuses qui tombent d'une nuée vers la terre, se changent, dans leur chûte, par la gelée qui les saisit, en de longs filamens, qui forment des floccons différemment arrangés les uns sur les autres, on dit alors qu'il neige, & on donne à ces sortes de floccons le nom de neige. Tout ce qui tombe des nuées qui sont suspendues dans la région glaciale de l'air, est, ou de la grêle, ou de la neige; & si l'air inférieur que ce dernier météore traverse, dans sa chûte, est froid, il tombe alors sur la terre sous la forme de neige. Si des vapeurs qui tombent des nuées qui sont placées & suspendues entre la surface de notre globe & la région glaciale de

(1) Hist. Nat. Lib. 2. cap. 47. (2) Phys. Lib. 2, Sect. 3. cap. 3. (3) Philos. Trans. n. 465. (4) Lucret. Lib. 6. v. 155.

l'air, rencontrent ſur leur paſſage un air diſpoſé à la gelée, ces vapeurs ſe convertiſſent auſſi en neige. Mais ſi la neige tombe dans la région glaciale, & y demeure, telle que celle qui tombe ſur le ſommet des plus hautes montagnes, cette neige ſubſiſtera toujours telle qu'elle eſt, & ne ſe fondra jamais. C'eſt pour cette raiſon que le ſommet des plus hautes montagnes du Pérou eſt toujours couvert de neige juſqu'à la hauteur de quelques cents pieds.

§. MMCCCCII. La figure des floccons de neige n'eſt pas toujours la même; elle eſt réguliere ou irréguliere : il arrive quelquefois que ce ſont les premieres particules des vapeurs qui ſe gelent avec quelques autres ſeulement, & dans ce cas, la neige qui ſe forme reſſemble à une pouſſiere fine & ſeche. *Maupertuis* a obſervé une ſemblable neige dans la Laponie, ainſi que *Middleton* auprès du fleuve Churchil, dans l'Amérique Septentrionale (1). *Chablet* (2) en a auſſi remarqué de pareille dans l'Iſle Royale à Louisbourg. On donne à cette eſpece de neige le nom de *poudrerie*; elle pénetre à travers les joints les plus exacts des fenêtres, elle dérobe à nos yeux les objets les plus voiſins, elle bleſſe fortement la vue, & elle paroît formée par une vapeur qui s'éleve très peu au-deſſus de la ſurface de la terre : quoique le ſoleil luiſe ſouvent ſur notre atmoſphere pendant la chûte de cette neige; elle eſt ſi rare, ſi ténue, que perſonne ne peut marcher deſſus lorſqu'il en eſt tombé 4 ou 5 pieds. Les vapeurs des nuées ſe convertiſſent alors ſi promptement en neige, qu'elle n'a pas le tems de ſe raſſembler en floccons (3). Quelquefois les floccons de neige reſſemblent à de petites aiguilles minces & oblongues A B [*Tab.* 61. *fig.* 1.], formées par l'aſſemblage des petites particules des vapeurs [*Fig.* 2.], qui ſe diſpoſent en longueur les unes à côté des autres, ſe raſſemblent & s'uniſſent les unes aux autres. Lorſque pluſieurs de ces aiguilles ſe combinent enſemble, & ſe diſpoſent les unes avec les autres d'une maniere irréguliere, de façon que les unes ſoient plus courtes, & les autres plus longues, elles forment alors un floccon d'un figure irréguliere. Les floccons dont la figure eſt réguliere, imitent quelquefois la figure d'une étoile exagonale, dont les rayons ſont très minces, & qui forment entr'eux des angles de 60 degrés, comme on peut le remarquer dans la figure 3 : ce qui arrive lorſque trois aiguilles A B, telles qu'elles ſont repréſentées par la figure 1, tombent les unes ſur les autres & ſe raſſemblent. Quelquefois ces floccons reſſemblent à la figure 4, & forment 6 angles : quelquefois les ſix rayons qu'on remarque ſur ces floccons, ſont encore ornés de pluſieurs autres petits rayons, [*Fig.* 5.] J'en ai vu qui étoient ſemblables à la figure 6. Quelques-uns de ces floccons forment quelquefois des grappes, [*Fig.* 7.] *Caſſini* en a obſervé de cette eſpece (4). On en a vu qui reſſembloient à des étoiles, ſur leſquelles on diſtinguoit douze rayons, & quantité d'autres qui avoient encore des figures différentes, que M. *Hook* a décrit fort élégamment (5),

(1) Philoſoph. Tranſact. n. 465. Ellis Voyag. to Hudſon's Bay.
(2) Voyage ſur les côtes de l'Amérique, page 103.
(3) Maupertuis, Figure de la Terre.
(4) Mémoires de l'Académie Royale, année 1692.
(5) Micograph. pag. 88.

ainsi que le Comte de *Marsigli* (1). Personne néanmoins n'en a plus observé & décrit que *Engelman* (2) & *Nettis* (3). Ajoûtez encore à toutes ces observations, celles que le célebre *Stokke* fit, pendant le grand hiver de 1740, sur les différens floccons de neige qui tomberent à Meidbourg en Zélande. Le célebre *Kundmann* (4), & l'illustre *Holmann* (5), en ont encore observé plusieurs semblables, & d'autres de différentes figures.

Les observations exactes que j'ai faites à Leyde, m'ont appris qu'il neige dans ce Pays pendant les mois de Janvier, Février, Mars, Avril, Novembre & Décembre: il n'y neige que très rarement dans le mois de Mai; mais il n'y neige jamais pendant les mois de Juin, Juillet, Août, Septembre & Octobre. Au moins est ce ainsi que je l'ai observé pendant l'espace de 30 ans, relativement aux mois que je viens d'indiquer. Voici le nombre de fois que j'ai vu neiger dans ce Pays pendant les mois ci-dessus indiqués durant l'espace de 30 ans.

Janvier,	Février,	Mars,	Avril,	Mai,	Novembre,	Décembre,
96	108	93	39	4	29	59

Les floccons de neige sont composés de petites aiguilles glacées, qui s'attachent les unes aux autres, qui se fondent par la chaleur du soleil pendant l'été, & par la chaleur de l'air avant de tomber sur la terre; & c'est pour cela qu'on ne voit point tomber de neige depuis le mois de Mai jusqu'au mois de Novembre: mais pendant les autres mois de l'année qui sont froids, la neige ne se fond point si promptement dans l'air, & elle peut conserver sa forme jusqu'à ce qu'elle soit parvenue à la surface de la terre; de sorte qu'on ne voit tomber de la neige que pendant l'hiver, ainsi que *Pline* nous l'apprend aussi; ce qui est certainement vrai par rapport à l'Italie. Il ne neige presque pas à Cornwal; la neige qui y tombe ne reste que très rarement plus de 3 jours sur terre: elle se fond sur-le-champ, suivant le rapport de *Borlase* (6).

§ MMCCCCIII. Chaque fois que les floccons de neige sont composés d'aiguilles oblongues, ou ressemblent à des étoiles exagonales, ces neiges sont accompagnées d'un froid très piquant, qui survient peu d'heures après leur chûte: c'est à ce froid qu'on doit rapporter la formation de ces neiges dans la région supérieure de l'air, & ce froid qui les accompagne, tombe ensuite vers la surface de la terre. La neige dont la figure est réguliere, & qui tombe pour l'ordinaire lorsque le ciel est calme, & qu'il n'y a point de vent, est plus rare: au contraire, celle dont la figure est irréguliere, & dont les floccons sont de différentes grandeurs, est beaucoup plus fréquente. Il paroît que les différentes figures sous lesquelles les floccons de neige se présentent, dépendent des différentes exhalaisons glaciales qui se mêlent aux vapeurs qui tombent des nuées; de même que la différence des crystaux dépend

(1) Opus de Danubio. v. 6. (2) Verhandeling Over de Sneew figuren. (3) Phil. Transf. Vol. 49. Part. 2. p. 644. (4) Rariora Natur. & Artis. §. 2. Art. 21. (5) Comment. Gotting. Vol. 3. p. 24. (6) Natur. Hist. of Cornwal. Ch. 2.

de la différence des ſels qu'on fait fondre dans l'eau : car ſans cela, on ne pourroit point concevoir comment il pourroit ſe faire qu'il ſe formât dans certains tems dans l'air des floccons réguliers & de même figure, & que dans un autre tems il s'en formât de différente figure (1).

§. MMCCCCIV. La neige eſt extrêmement rare & légere lorſqu'elle vient de tomber; mais celle qui ſe trouve compoſée de gros floccons, eſt plus compacte. M. *Sedilau* (2) a trouvé qu'un tas de neige, haut de 5 à 6 pouces, produiſoit ordinairement un pouce d'eau. M. *de la Hire* confirme la même choſe (3), & ajoûte qu'il avoit vu en 1711 de la neige deux fois plus rare, dont 12 pouces ne donnoient qu'un pouce d'eau. M. *Weidler* (4) nous apprend qu'il a trouvé en 1728 de la neige neuf fois plus rare que l'eau. Ayant meſuré en 1729 de la neige qui étoit tombée à Utrecht, & qui étoit fort rare, & qui reſſembloit à de petites étoiles, il la trouva 24 fois plus rare que l'eau. Cette neige, qui porte un ſi grand froid avec elle, ne viendroit-elle point des plus hautes régions de l'atmoſphere ?

§. MMCCCCV. Lorſqu'il tombe beaucoup de neige dans un endroit, & que la gelée continue avec un tems ſerein, elle s'affaiſſe de plus en plus, & diminue; parcequ'il s'en évapore une grande quantité : elle ſe diſſipe même inſenſiblement à la longue; le ſoleil la ramolliſſant continuellement, la fait fondre, la volatiliſe & la conſomme ainſi. Quoique l'ardeur des rayons du ſoleil faſſe fondre la neige, on a obſervé néanmoins dans les Alpes, qui ſont continuellement couverts de neige, qu'elle s'y fond en plus grande quantité lorſque le ciel eſt couvert de nuages, & lorſque l'air eſt chaud, que lorſque le tems eſt ſerein. Cela viendroit-il de ce que pluſieurs rayons de ſoleil ſeroient réfléchis par la neige, & conſéquemment deviendroient inutiles à ſa fuſion, tandis que, lorſque l'air eſt chaud, la matiere ignée qu'il contient, & qui entoure la neige de tous côtés, la pénétreroit plus uniformément, & la fondroit mieux en ſe diſtribuant dans toute ſa maſſe?

§. MMCCCCVI. Lorſqu'il neige tandis que la gelée dure, les floccons ſont toujours plus petits; mais ſi l'air devient plus chaud, ou devient plus humide, les floccons de neige ſont alors plus gros : il arrive ſouvent même que ces floccons tombent avec la pluie; il arrive auſſi quelquefois qu'il grêle en même-tems que la neige tombe : ce qui arrive, ou lorſque les petites gouttes ſe convertiſſent en neige, & les groſſes en grêle; ou lorſque la neige & la grêle viennent de différentes nuées, & qu'elles tombent dans un même endroit.

§. MMCCCCVII. C'eſt une opinion aſſez univerſellement ſuivie, qu'il ne peut pas neiger lorſqu'il gele bien fort; mais l'expérience démontre le contraire : & j'ai obſervé qu'il a neigé en 1729, 1740, 1741, 1760 pendant de fortes gelées; j'ai même remarqué qu'il a neigé certains jours, non ſeulement pendant leſquels il geloit fortement, mais même pendant leſquels la gelée augmentoit. On remarque outre cela, que le froid ne diminue point toujours lorſqu'il tombe de la neige, quoique cela arrive aſſez ſouvent; car j'ai obſervé, pendant les années que je viens d'indiquer, que la gélée

(1) Lulofs Miſc. Ber. T. 6. p. 83. (2) Mém. Mathém. ann. 1692. (3) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1712. (4) Obſerv. Météorolog.

augmentoit après la chûte de la neige : en effet, la neige vient d'une nuée chargée de vapeurs qui perdent leur matiere électrique, & qui se condensent, soit dans la région glaciale de l'air, soit dans une région inférieure à celle-là : ces vapeurs ainsi condensées, tombent ensuite & traversent en tombant un air froid, disposé à la gelée ; & c'est de cette maniere que se forme cette espece de glace, que nous nommons neige. Si donc l'air qui est dans la région supérieure peut devenir glacial, pourquoi cet air ne pourroit-il pas descendre ou être poussé par le vent vers la surface de la terre, & y angmenter l'intensité de la gelée ? C'est aussi une erreur de croire que la neige ne tombe point sur la mer (1) ; puisque ce phénomene se fait souvent remarquer sur la mer d'Allemagne : nous ne nions pas cependant que les vapeurs chaudes qui s'élevent de la mer avec la matiere ignée, ne fassent fondre la neige qu'elles rencontrent sur leur passage, avant qu'elle soit parvenue à la surface de la mer : mais cet effet n'a pas lieu par-tout.

§. MMCCCCVIII. De même qu'il tombe quelquefois une grande quantité de pluie dans un endroit, de même la neige tombe aussi en grande abondance dans quelqu'endroit. Elle tombe très abondamment dans les Isles de Fer ; de sorte qu'il arrive souvent que des moutons qu'on met dans des pâturages, en sont tellement couverts pendant l'espace d'un mois, qu'on ne peut point les voir, & qu'on ne les découvre enfin que par une vapeur épaisse qui s'en éleve, & qui pénetre la neige (2). On a observé qu'il neigea en une seule nuit, en 1707, dans la partie montagneuse de Smalande, de la hauteur de la moitié d'un homme (3). On a observé en 1729, sur les frontieres de Suede & de Norwege, près du Village Villaras, qu'il y tomba subitement une si grande quantité de neige, que 40 maisons en furent couvertes, & que tous ceux qui étoient dedans en furent étouffés. M. *Wolf* nous apprend qu'on a vu arriver la même chose en Silésie & en Bohême. Le célebre *Maupertuis* rapporte qu'il survient en Laponie des especes de tempêtes de neiges, qui sont très dangereuses ; le vent soufflant de toutes parts, transporte la neige avec une très grande impétuosité, & en couvre les chemins : cette neige aveugle les voyageurs, les écrase, & les fait périr. Les Anglois ont éprouvé la même chose dans la Baie d'Hudson (4). En effet, la neige imite assez bien ces tourbillons de sable que les vent élevent d'un endroit plat, & qu'ils transportent dans d'autres endroits en si grande abondance, qu'ils nous dérobent la vue des objets qui sont à 20 aunes de distance : outre cela, les vents transportent la neige & la répandent uniformément dans tous les endroits, de sorte qu'il est impossible de distinguer les chemins, & souvent même les maisons. *Bouguer* a aussi observé, qu'il survenoit quelquefois de telles tempêtes de neige sur une montagne du Pérou, nommée Asonay, que ceux qui étoient surpris par ces tempêtes, pouvoient à peine reconnoître leur chemin & s'en échapper (5). Le très expérimenté *Isaac Dubois* nous apprend qu'au mois de Janvier, en 1741, il tomba de la neige pendant 48 heures dans la

(1) Plin. in Hist. Nat. Lib. 2. cap. 106. (2) Journ. des Sav. ann. 1676. p. 174. (3) Leopoldus in Itinere Suecico. (4) Ellis Voyag. to Hudson's Bay. pag. 161. (5) Bouguer, Voyage au Pérou.

Nouvelle Yorck de l'Amérique, qui couvrit la terre à 16 pieds de profondeur.

§. MMCCCCIX. Il arrive aussi quelquefois que, lorsque de hautes montagnes sont couvertes de neige, il s'en détache une petite quantité de leur sommet; mais ce tas, qui n'est d'abord que très petit, augmente considérablement en roulant, & devient aussi gros qu'une montagne, qui couvre & qui écrase, par sa chûte, les maisons qui se trouvent dans les vallées de ces montagnes. On rapporte, dans les *Transf. Philosf. Vol.* 49. *Part.* 2. *pag.* 796, un exemple de ce Phénomene, arrivé en Italie. Ces amas énormes de neige tombent quelquefois dans des fleuves, les arrêtent dans leur course, & occasionnent des inondations fétides.

§. MMCCCCX. La neige est presque toujours fort blanche, elle renvoie la lumiere avec beaucoup de force, quoiqu'elle ne soit que de la glace, & que chacune de ses particules, examinée à l'aide du microscope, soit transparente : mais aussi les pores qui se trouvent entre ces particules, sont d'une figure tout-à fait irréguliere, & fort amples; ce qui fait que la lumiere ne pouvant passer à travers, à cause de l'attraction irréguliere des parties, est réfléchie avec beaucoup de force, comme il arrive lorsqu'on réduit en poudre du verre très transparent.

§. MMCCCCXI. L'usage de la neige est 1°. de couvrir & de défendre contre les injures de la gelée qui survient pendant l'hiver, les herbes, les boutons des arbres qui se sont formés pendant l'automne, & qui commencent à pousser, les racines de plusieurs plantes, les oignons, tous les grains qu'on a semés au commencement de l'hiver, & qui commencent à germer; car quelque forte que soit la gelée, elle ne pénetre la neige qu'avec peine. Elle procure outre cela une grande fertilité; car outre l'eau qu'elle contient, elle renferme encore quantité d'autres parties, ainsi que les Anciens & les Modernes s'en sont convaincus par expérience (1).

2°. Lorsque la chaleur fait fondre la neige, & la convertit en eau, cette eau concourt à l'entretien des fontaines, des rivieres, des fleuves. C'est pour cela qu'on remarque en Europe, que les fleuves se gonflent dans le mois d'Avril & dans le mois de Mai, par l'eau que leur fournissent les fontes de neiges qui s'operent alors sur les montagnes. On a remarqué à Jérusalem, que s'il tombe une quantité modique de neige sur les montagnes, au commencement de Février, & que les fontaines coulent, on remarque, dis-je, que l'année est fertile; & les habitans n'admirent pas avec moins de plaisir ce phénomene, que les Egyptiens admirent le débordement du Nil.

3°. La neige s'oppose aussi à la dissipation des exhalaisons qui s'éleveroient du sein de la terre : c'est pour cela qu'on observe une grande sérénité dans les régions boréales, lorsque la neige y couvre la surface de la terre; non-seulement la neige arrête ces exhalaisons, mais elle s'oppose encore à la dissipation du feu souterrain: & comme la neige empêche la gelée de pénétrer la terre, cette gelée est en grande partie retenue dans l'air; & c'est pour cela que son intensité est si fortement augmentée dans la masse d'air qui enveloppe

(1) Plin. Hist. Nat. Lib. 17. cap. 2. Sibbaldus Scotia Illustr. Lib. 1. cap. 11.

notre globe & qui l'avoisine : ce qui arrive sur-tout lorsque la couche de neige qui couvre la surface de la terre, est fort épaisse.

4°. La neige renvoie encore toute la lumiere qui tombe dessus ; c'est pour cela qu'on peut voyager aussi aisément pendant la nuit que pendant le jour dans les régions boréales, qui sont ensevelies pendant l'hiver dans de perpétuelles ténebres ; parceque la neige réfléchit la lumiere des étoiles, & en réfléchit assez pour éclairer la terre & l'air, de maniere qu'on peut diriger son chemin. Bien plus, dans les plus froides régions boréales du Groenland, dans le Pays des Esquimaux, les voyageurs sont obligés de se boucher les yeux avec des morceaux de bois concaves & ouverts d'une petite fente seulement, dans la crainte que la trop grande lumiere que la neige réfléchit pendant le jour ne les aveugle (1). Aussi l'armée d'*Alexandre* le Grand fut-elle fort incommodée, & les yeux des soldats furent-ils fortement fatigués de la neige qu'ils rencontrerent en entrant dans le Pays de Parapamisus (2). Bien plus, *Xénophon* nous apprend que plusieurs perdirent la vue pour avoir regardé continuellement de la neige ; & que le seul moyen de les garantir de cet accident eût été de leur faire porter devant les yeux quelque chose de noir (3).

Néanmoins lorsque la neige couvre la surface de la terre, elle devient très incommode aux voyageurs ; les voitures ne roulent alors que très difficilement, ainsi qu'il arrive en Suede, en Russie, en Laponie, où les habitans sont obligés de marcher avec des échasses.

5°. Les habitans d'Islande ont coutume de cacher leurs poissons & leurs viandes sous la neige : cette neige leur procure le même avantage que le sel & la saumure ; elle s'oppose à la corruption des chairs qu'on lui confie (4).

§. MMCCCCXII. Peut on connoître les approches de la neige par des signes certains ? Je n'en connois aucun en Hollande ; cependant si, pendant les mois d'hiver, mais sur-tout si pendant le mois de Mars, le vent de Nord-Ouest, ou du Nord, souffle, & que la colonne de mercure soit basse dans le barometre, on remarque souvent qu'il survient de la neige ; car la pluie qui tombe alors de quelque nuée, ayant à traverser un air très froid, se convertit en neige.

Mais en Suede, lorsque pendant l'hiver, & pendant la nuit, le ciel est couvert de nuages, & qu'il paroît couleur de sang du côté de l'Occident d'été, de même que si une maison, par exemple, paroît comme en feu à une très grande distance ; les Suédois appellent ce phénomene *feu de neige*, & ils remarquent qu'il neige alors toujours à 2 ou 3 milles de l'endroit d'où l'on apperçoit ce phénomene ; mais lorsque la nuit s'approche, ou qu'elle s'éloigne, ce phénomene disparoît (5).

§. MMCCCCXIII. De même que les pluies sont quelquefois accompagnées de phénomenes surprenans, de même les neiges en font aussi observer quelquefois. Le célebre *Geer* observa au mois de Janvier 1749 & 1750 une chûte de neige qui étoit accompagnée d'une grande quantité de chenilles &

(1) Ellis Voyag. to Hudson s Bay. p. 137. (2) Curtius, Lib. 7. cap. 3. (3) Xenophon Αναβας. Lib. 4. (4) Journ. des Savans, ann. 1675, p. 138. (5) Acta Suecica. Tom. 14. pag. 161.

de vers de différentes especes : on voyoit ces insectes sur la surface de la neige & sur celle de la glace qui couvroit un lac. Ce phénomene venoit d'un ouragan, d'une tempête violente qui avoit précédé, qui avoit déraciné plusieurs arbres : ces insectes, pour se dérober aux rigueurs du froid, s'étoient cachés, comme ils ont coutume de faire, dans la terre qui se trouvoit entre les racines de ces arbres : or le vent avoit emporté & élevé fort haut dans l'atmosphere ces insectes qu'il avoit arrachés d'entre ces racines, qui étoient alors à découvert sur la surface de la terre; mais la neige survenant ensuite, avoit poussé devant elle & précipité vers la terre ceux qu'elle avoit rencontrés dans sa chûte; de sorte qu'on auroit pu s'imaginer qu'il auroit neigé des insectes (1).

De l'iris.

§. MMCCCCXIV. Les météores dont nous allons parler dans ce Chapitre, sont connus sous le nom d'*emphatiques*; ces météores sont aqueux, brillans, mais nullement ignés.

§. MMCCCCXV. On voit quelquefois dans l'air un arc de diverses couleurs, auquel on donne le nom d'iris, ou d'*arc-en-ciel*. Cet arc paroît lorsque le spectateur a le dos tourné vers le soleil, & qu'il a en face un air sombre, tandis qu'il pleut entre lui & cet air sombre.

§. MMCCCCXVI. Il arrive quelquefois qu'on remarque dans le ciel deux ou même trois de ces arcs, qui sont tous concentriques, séparés les uns des autres par un grand intervalle, dont l'intérieur est orné de plus vives couleurs, & s'appelle, à cause de cela, l'arc *principal* : les couleurs de celui qui est extérieur, sont beaucoup moins vives; on le nomme second arc : & lorsqu'on en observe un troisieme, ce qui arrive très rarement, les couleurs en sont encore beaucoup plus foibles.

L'ordre des couleurs est inverse dans les deux arcs : voici l'ordre qu'elles observent dans l'arc principal, en commençant à compter par la courbure intérieure de cet arc, violet, pourpre, bleu, vert, jaune, orangé, rouge. Les couleurs du second arc, étant dans un ordre renversé, on les observera dans l'ordre suivant, rouge, orangé, jaune, vert, bleu, pourpre, violet. Ces couleurs ressemblent à celles qu'un prisme de verre sépare & fait distinguer lorsqu'un rayon de soleil tombe dessus.

§. MMCCCCXVII. Pour se former une juste idée de l'iris principal, concevez une goutte de pluie B D F [*Tab.* 60. *fig.* 5.], sur laquelle tombe un rayon de soleil A A, B B, qui se refracte en D, & qui du point D se réfléchit en F, f, & sortant de cette goutte en F, f, se réfracte selon F G & f g, & se sépare en ses différentes couleurs.

§. MMCCCCXVIII. Quelques Anciens avoient déja soupçonné que les rayons de lumiere qui tomboient sur des gouttes d'eau y subissoient des réfractions, & que l'arc-en-ciel dépendoit de cette réfraction : mais *Antoine de Dominis*, Archevêque de Spalatro, est le premier qui ait démontré cette vérité en 1611 (2). *Descartes* vint ensuite, qui embrassa ce sentiment, & qui y corrigea quelque chose, par rapport à l'arc extérieur. *Sturmius* écrivit en-

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1750. (2) De Radiis Visus & Lucis.

ſuite un Traité de l'iris : mais *Newton* nous donna après cela une nouvelle théorie (1) à laquelle M. *Halley* a ajoûté quelque choſe (2).

§. MMCCCCXIX. Concevez que les rayons A A, B B, C C, D D, E E, [*Tab.* 60. *fig.* 6.], &c, qui partent parallelement de la ſurface antérieure du ſoleil, tombent ſur la moitié de la ſurface ſupérieure d'une goutte d'eau, (il en tombe auſſi ſur la moitié de la ſurface inférieure de cette même goutte; mais je parlerai plus bas de ces derniers). Une partie de ces rayons ſe réfractent, & portés à la partie oppoſée de cette ſurface a, b, c, d, e, ils ſortent de cette goutte pour ſe porter dans l'air : ceux qui ne ſortent point de cette goutte, mais qui ſont réfléchis par la partie poſtérieure a b c d e, ſont reportés vers la partie antérieure a c d e, & y tombent obliquement ; de ſorte qu'ils ſe rompent en ſortant de la goutte dans l'air, & qu'ils ſe portent vers différens endroits.

§. MMCCCCXX. Mais il y a des rayons, tels que A A, B B [*Tab.* 60. *fig.* 5.], qui ſont proches les uns des autres, & qui tombent parallelement ſur la partie A B de la ſurface antérieure de la goutte, & qui, venant à ſe rompre, ſe portent vers le même point D de ſa ſurface poſtérieure, d'où étant réfléchis vers la partie antérieure en F, f, ils ſortent de cette goutte parallelement ſelon les directions F G, f g : comme ces rayons ſont fort proches les uns des autres, ils peuvent agir vivement ſur l'œil ; & c'eſt pour cela qu'on les nomme *rayons efficaces*, tandis que les autres rayons ſont trop écartés pour qu'ils puiſſent agir ſuffiſamment ſur l'œil, & qu'on les apperçoive à une grande diſtance de la goutte. Nous prouvons que les rayons de lumiere ſe réfractent véritablement en pénétrant une goutte de pluie, & que, parvenus à la partie poſtérieure D, ils ſont réfléchis vers les parties antérieures F, f, d'où ils paſſent de la goutte de pluie dans l'air, où ils ſe ſéparent en leurs différentes couleurs ; nous prouvons, dis je, la marche de ces rayons par l'expérience ſuivante. Nous faiſons paſſer un rayon de lumiere par un petit trou fait au volet d'une chambre obſcure, nous dirigeons ce rayon ſur un vaſe de verre cylindrique rempli d'eau, ou ſur un globe creux de verre pareillement rempli d'eau ; & nous obſervons alors très diſtinctement que les rayons A A, B B ſe réfractent dans l'eau pour ſe porter en D, d'où nous les voyons enſuite réfléchis vers F f : ces rayons parvenus en F, f, ſortent alors du vaſe, & ſe portent ſur un carton blanc que nous leur préſentons à une certaine diſtance où ils peignent les différentes couleurs de l'iris.

§. MMCCCCXXI. Si on prolonge le rayon A A [*Tab.* 60. *fig.* 5.] juſqu'en P, & qu'on faſſe rétrograder le rayon G F pour le conduire au même point P, & qu'enſuite du centre C de la goutte, on mene les perpendiculaires C L, C M ſur A P, A D ; enfin ſi on conduit la ligne C A ; C L ſera le ſinus de l'angle d'incidence, & C M celui de l'angle de réflexion, qui, comparés entr'eux, par rapport aux rayons rouges, ſont comme 108 : 81 ; & par rapport aux rayons violets, comme 109 : 81. Si on calcule d'après ces rapports, on trouvera la grandeur de l'arc A E, ainſi que celle de l'arc A D ; ce qui donne l'angle A P G, pour les rayons rouges de 42°. 2'., & pour les rayons violets de 40°. 17'. En voici la démonſtration. Si du centre C on tire la

(1) Optice, Lib. 1. Part. 2. §. 9. (2) Philoſ. Tranſ. n. 267.

ligne C K, l'angle A A K sera l'angle d'incidence, auquel l'angle C A L est égal, & qui a pour sinus C L : soit tirée C M perpendiculairement sur A D, & C m perpendiculairement aussi sur B D ; joignez ensemble M m, & de C m, pris comme rayon, soit décrit l'arc m n, soit ensuite menée o A normale sur A E P, & p A normale sur A D. Maintenant supposons que le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence & celui de réflexion soit comme I : R, on aura donc alors I : R : : C L : C M, ou C l C m. Si on retranche C l de C L, & C m de C M, la proportion demeurera toujours la même, & on aura I : R : : C L — C l : C M — C m : : L l : M m. Les deux triangles A B o & A C L sont semblables ; car l'angle A o B, qui est droit, = l'angle A L C, & l'angle B A o = l'angle C A L. Car si on ajoûte à l'un & à l'autre l'angle o A C, ils seront tous les deux droits : par conséquent les deux triangles B A p & A M C sont semblables ; car l'angle B p A est droit, & = l'angle A M C, & l'angle B A p = l'angle C A M ; car si on leur ajoûte l'angle p A C, ils seront tous les deux droits : de plus, le triangle M m n est aussi semblable ; parceque les lignes M n, p A sont normales sur A D, & M m est parallele à A B : & comme on a D M : M A : : D m : m B, on aura A B double de M m, & A p double de M n.

On aura donc A C : A L : : A B : A o

A C : A M : : A B : A p ;

par conséquent A L : A M : : A o : A p : : L l : 2 M m : : I : 2 R : : C L : 2 C M. Mais les quarrés de ces quantités seront aussi proportionnels, & conséquemment on aura $\overline{AL}^q : \overline{CL}^q :: \overline{AM}^q : 4\,\overline{CM}^q$; par conséquent $\overline{AL}^q + \overline{CL}^q : \overline{AL}^q :: \overline{AM}^q + 4\,\overline{CM}^q : \overline{AM}^q$, ou $\overline{AC}^q : \overline{AL}^q :: \overline{AC}^q + 3\,\overline{CM}^q : \overline{AC}^q - \overline{CM}^q = \overline{AL}^q + \overline{LC}^q - \overline{CM}^q$. Maintenant on peut retrancher les deux premieres quantités de la troisieme & de la quatrieme, sans changer la proportion ; on aura donc alors $\overline{AC}^q : \overline{AL}^q :: 3\,\overline{CM}^q : \overline{LC}^q - \overline{CM}^q$. Mais on a R : I : : C M : C L ; on aura donc $\overline{AC}^q : \overline{AL}^q :: 3\,\overline{R}^q : \overline{I}^q - \overline{R}^q$. Et conséquemment si le rapport de R à I est donné, on aura aussi celui du rayon A C & de la ligne A L, qui est le sinus de l'angle A C L, qui a pour mesure la moitié de l'arc A E : on connoîtra donc aussi l'arc A E, ainsi que son égal F H. Or comme on a A L : A M : : I : 2 R, & que le sinus A L est donné, A M est aussi donné ; & conséquemment l'arc A D, auquel l'arc D F est égal. Si on retranche A E de A D, il restera E D = D H, & on connoîtra alors l'arc A D F, & conséquemment l'arc A B f F, si on retranche de ce dernier l'arc E H, & qu'on divise le reste en deux parties égales, on aura la valeur de l'angle A P F.

§. MMCCCCXXII. Supposons une suite de gouttes de pluie A, B, C, D, E, F, G [*Tab. 60. fig.* 8.], qui soient éclairées antérieurement par des rayons de soleil paralleles S ; lorsque ces rayons sortent de ces gouttes d'eau, ils se réfractent & paroissent sous leurs différentes couleurs ; de sorte que l'œil du spectateur, que nous supposons ici en O, reçoit l'impression de ces différens rayons colorés : les seuls rayons rouges qui sortent de la goutte A, parviennent en O jusqu'à l'œil du spectateur, les autres rayons colorés pas-

ſent au deſſus de ce point, & ne font aucune impreſſion ſur ſon œil : de la goutte B, il n'y a que les rayons orangés qui parviennent à ce point O, & qui s'y faſſent remarquer; les ſeuls rayons jaunes qui partent du point C, font pareillement impreſſion ſur le même œil : il ne voit que les ſeuls rayons verts qui viennent de la goutte D; il ne diſtingue que les bleus qui partent de la goutte E : il ne voit que les pourpres qui ſortent de la goutte F; enfin il ne diſtingue que les ſeuls rayons violets que la goutte G envoie au même point de concours : les autres rayons colorés paſſent au-deſſous du point O, & ne font aucune impreſſion ſur l'œil du ſpectateur.

§. MMCCCCXXIII. Suppoſons que l'atmoſphere XZ [*Tab.* 60. *fig.* 7.] ſoit remplie de gouttes de pluie, que le ſpectateur ſe trouve placé en O, & qu'on tire du centre du ſoleil, derriere le ſpectateur, une ligne droite qui paſſe par l'œil, comme OF, & qui ſoit parallele aux rayons de lumiere DE, PS, qui tombent ſur les gouttes de ces différens rayons; le rayon DE ſe porte en EK après avoir été rompu : & ſe réfléchiſſant au point K, il parvient en n; & ſortant par ce point n, il ſe ſépare en ſes différentes couleurs, & ſe porte juſqu'à l'œil du ſpectateur en O, ſous l'angle nOF de 42°. 2', & repréſente la couleur rouge. Le rayon PS ſe rompt auſſi de la même maniere en ST, d'où venant à ſe réfléchir, il forme TQ; & ſortant enſuite de la goutte, il ſe rend en QO ſous l'angle QOF de 40°. 17', & fait voir la couleur violette. Suppoſons maintenant que les lignes On, OQ tournent autour de OF comme autour de leur axe, elles décriront alors des ſurfaces coniques, dont les baſes ſeront circulaires, dont les diametres ſeront = 84°. 4' & 80°. 34'.

§. MMCCCCXXIV. On verra alors ſur chaque point viſible de ces baſes les mêmes couleurs ſous les angles précédens, & par conſéquent le ſpectateur placé en O, verra un arc coloré, dont la largeur ſera déterminée par nQ = un degré & 45'.

§. MMCCCCXXV. Il paroît par tout ce que nous venons de dire, qu'on doit voir une plus grande ou une plus petite portion de l'arc-en-ciel, ſelon que le ſoleil ſe trouve plus ou moins élevé au-deſſus de l'horiſon, & ſelon la différente élévation du ſpectateur au deſſus de la terre. Suppoſons, par exemple, que le ſoleil & le ſpectateur ſoient l'un & l'autre à l'horiſon, alors la ligne OF ſera parallele à l'horiſon; & conſéquemment l'arc que le ſpectateur verra, ſera égal à la demi-circonférence du cercle : & comme le ſoleil paroît encore tout entier & brille ſur l'horiſon, avant ſon lever & après ſon coucher, on pourra voir l'arc en ciel avant le lever du ſoleil & après ſon coucher, en ſuppoſant toutes fois que le ſoleil paroiſſe ſur l'horiſon, ainſi que M. *Caſſini* (1) l'a obſervé. Mais ſi le ſoleil s'éleve davantage au deſſus de l'horiſon, alors l'axe du cône ou la ligne OF baiſſera à l'horiſon, & conſéquemment le centre de cet arc deſcendra au deſſous de l'horiſon, & le ſpectateur verra une plus petite portion de l'arc-en-ciel. Mais ſi le ſoleil ſe trouve à 42°. 2' au deſſus de l'horiſon, la droite On deviendra parallele à l'horiſon; & conſéquemment l'arc paroîtra très petit, c'eſt à dire, qu'on n'en verra plus qu'une très petite portion au-deſſus de l'horiſon : & pour peu

(1) Mém. de l'Acad. Roy. ann. 1693.

que le ſoleil s'éleve encore plus haut, tout l'arc-en-ciel diſparoîtra. Ce n'eſt donc pas ſans raiſon que les Anciens diſoient que les arcs ſont petits lorſque le ſoleil eſt haut ; & qu'ils ſont grands lorſque le ſoleil eſt bas, & très petits à midi : en été on ne les voit point à midi ; mais après l'équinoxe d'automne, on les voit à toute heure (1).

§. MMCCCCXXVI. Plus la pluie eſt proche du ſpectateur O, plus le le rayon de la baſe du cône eſt petit, & conſéquemment l'arc paroît plus petit : au contraire, plus la pluie ſera éloignée du ſpectateur O, plus la baſe du cône deviendra grande, & plus l'arc qu'il verra ſera grand.

§. MMCCCCXXVII. Si la pluie vient à ceſſer au côté n C [*Tab. 60. fig. 7.*], il ne verra alors que la partie n V de cet arc, comme je l'ai obſervé à Leyde, après midi, le 5 Septembre de l'année 1758. Si la pluie ceſſe au côté n V, il ne verra alors que la portion H C de cet arc ; mais ſi la pluie ceſſe au milieu vers n, le ſpectateur ne verra alors que les deux jambes de l'arc, V, C.

§. MMCCCCXXVIII. Comme la pluie tombe des nuées juſques ſur la ſurface de la terre, le ſpectateur étant placé dans la plaine, verra que les jambes de l'iris deſcendent juſques ſur l'horiſon.

§. MMCCCCXXIX. Si le ſpectateur ſe tient dans une prairie, & que la pluie, venant par derriere, ſoit portée en avant par-deſſus ſa tête, & que pluſieurs de ſes gouttes s'attachent à l'herbe & aux plantes, les jambes de l'arc-en ciel occuperont un long trajet de la prairie, où elles paroîtront repoſer ; car les rayons qui partent des goutes ſuſpendues aux plantes, & qui ſe rendent à l'œil ſous les mêmes angles que nous avons indiqués (§. 1575), peuvent ſe réfléchir vers l'œil du ſpectateur, & lui peindre les mêmes couleurs.

§. MMCCCCXXX. Et comme on ne peut voir l'arc-en ciel que ſous les mêmes angles, il doit paroître devancer ceux qui le ſuivent, & ſuivre ceux qui marchent devant lui.

§. MMCCCCXXXI. On ne voit l'arc en-ciel que lorſque l'air qui ſe trouve placé vis-à-vis le ſoleil eſt obſcur & chargé de nuages épais, de façon qu'il ne puiſſe tranſmettre qu'une très petite lumiere ; car ſans cela cette lumiere étant trop vive, feroit une trop forte impreſſion ſur l'œil du ſpectateur, pour lui permettre de diſtinguer les couleurs de l'iris : c'eſt pour cette raiſon qu'on voit ces couleurs d'autant plus vives, que la maſſe d'air placée devant l'œil du ſpectateur, eſt plus opaque & plus ſombre.

§. MMCCCCXXXII. Comme la hauteur du pôle eſt à-peu près de 52°. 10′ à Leyde, la hauteur de l'équateur eſt de 37°. 50′ ; & conſéquemment après l'équinoxe d'automne, lorſque le ſoleil parcourt les ſignes méridionaux, il n'y a aucune heure dans le jour, pendant laquelle, lorſque le ſoleil eſt ſur l'horiſon, on ne puiſſe voir l'arc-en-ciel ; parceque l'élévation du ſoleil eſt toujours moindre que 47°. 17′, hauteur à laquelle la couleur violette diſparoît. Mais lorſque le ſoleil parcourt les ſignes ſeptentrionaux, ſa hauteur au-deſſus de l'horiſon ſurpaſſe ſouvent 42°. 2′ ; & conſéquemment on ne peut point voir d'arc-en-ciel pendant toute la durée d'un jour d'été.

§. MMCCCCXXXIII. Nous n'avons conſidéré juſqu'à préſent que les

(1) Plin. in Hiſt. Nat. Lib. 2. §. 60. p. 103.

rayons

rayons du soleil qui tomboient sur la partie antérieure, & même sur l'hémisphere supérieure des gouttes d'eau. Mais supposons maintenant une goutte d'eau sphérique B D F H [*T.60.F.9.*], & qu'un rayon de soleil A B la pénetre vers la partie inférieure en B, & qu'il se réfracte de B en D, d'où il soit réfléchi vers F, qui le réfléchit une seconde fois & le porte en H; ce rayon sortant de cette goutte au point H, se réfracte une seconde fois pour se porter selon la direction H I, & conséquemment il souffre, dans son trajet, deux réflexions & deux réfractions. Ces sortes de rayons sont efficaces pour former une iris, lorsqu'ils tombent très proches les uns des autres, comme A B, $\alpha\beta$, & qu'après leur premiere réfraction, qui les porte en D & en Z, ils deviennent paralleles, & suivent les directions D F, Z X, & qu'ensuite réfléchis en H & en S, & que réfractés une seconde fois en sortant des points H & S, ils demeurent encore très proches les uns des autres & paralleles entr'eux, en suivant les directions H I, S R.

§. MMCCCCXXXIV. Connoissant la réfraction des rayons qui viennent de l'air dans l'eau, on peut aisément réduire au calcul & supputer la grandeur de l'angle A P I : cet angle, pour les rayons rouges, est de $50^\circ.\ 58'\ 39''$, & pour les rayons violets, de $54^\circ.\ 17'$.

En effet, D Z est la moitié de la différence entre les arcs Z X & D F : or ces arcs sont égaux à βZ, B D; puisque les rayons qui tombent sur Z & D, sont réfléchis sous des angles égaux : & par conséquent l'arc D Z est aussi la moitié de la différence des arcs Z β, D B. La différence de ces arcs βZ, B D est égale à B β — D Z; & puisque D Z est la moitié de la différence, il faut que B β — D Z soit double de D Z; & par conséquent Bβ sera triple de D Z : mais les triangles T B β, T D Z sont semblables, on a donc T B : T D : : B β : D Z. Or comme B β = 3 D Z, on aura T B = 3 T D. La ligne B D est coupée par le milieu par la perpendiculaire C M; de sorte que T M = T D, & B T = 3 T M. Et comme M m est parallele à B β, les deux triangles T M m & T B β, nous donneront B β : M m : : B T : M T; & conséquemment B β = 3 M m. Les deux triangles B β p & M m n, sont aussi semblables : on a donc B β : B p : : M m : M n. D'où il suit que B p = 3 M n. On a encore les deux triangles B β o, B C L semblables; & conséquemment B C : B L : : B β : B o. Outre cela, on a encore les deux triangles B β p, B C M semblables; ce qui donne B C : B M : : B β : B p; ce qui nous donne les analogies suivantes, B L : B M : : B o : B p : : B l : 3 M n. Si on suppose que le sinus de l'angle d'incidence soit à celui de l'angle de réfraction, comme I : R, on aura I : R : : C L : C M : : C l : C m : : C L — C l : C M — C m : : L l : M n; & conséquemment B L : B M : : I : 3 R : : C L : 3 C M. Or leurs quarrés seront aussi proportionnels; on aura donc $\overline{BL}^q : \overline{CL}^q :: \overline{BM}^q : 9\,\overline{CM}^q$, & $\overline{BL}^q + \overline{CL}^q = \overline{BC}^q : \overline{BL}^q :: \overline{BM}^q + 9\,\overline{CM}^q$, ou $\overline{BC}^q + 8\,\overline{CM}^q : \overline{BM}^q$, ou $\overline{BC}^q - \overline{CM}^q = \overline{BL}^q + \overline{CL}^q - \overline{CM}^q$; c'est à dire, $\overline{BC}^q : \overline{BL}^q :: \overline{BC}^q + 8\,\overline{CM}^q : \overline{BL}^q + \overline{CL}^q - \overline{CM}^q$; & en soustrayant la premiere quantité de la troisieme, la seconde de la quatrieme, nous aurons $\overline{BC}^q : \overline{BL}^q :: 8\,\overline{CM}^q : \overline{CL}^q - \overline{CM}^q :: 8\,\overline{R}^q : \overline{I}^q - \overline{R}^q$. De cette maniere on trouve alors B L &

l'arc B E, auquel H G est égal : d'où il suit que le diametre de la seconde iris est de 108°. 14′ & de 100°. 57′ 18″.

Et comme on a aussi la proportion B L : B M : : I : 3 R, on peut trouver B M & l'arc B D, auquel D F, F H sont égaux : toutes ces choses étant connues, on peut aisément trouver l'arc G F D E, ainsi que B H, dont la demi-différence est la mesure de l'angle H P B, ou A P I, formé par les rayons qui entrent dans la goutte & qui en sortent.

§. MMCCCCXXXV. C'est pourquoi si on suppose toujours le spectateur en O [*Tab.* 60. *fig.* 7.], & qu'on conçoive qu'un rayon émané du soleil, derriere le spectateur, passe par son œil, tel que O F, & que les rayons qui pénetrent les gouttes de pluies A r, P t parviennent à l'œil du spectateur après avoir subi deux réfractions & deux réflexions, & en forment l'angle B O F de 54°. 7″, & l'angle m O F de 50°. 58′ 39″. L'Observateur verra alors les couleurs violettes & rouges ; & si on suppose encore que les lignes B C & m O soient circonscrites autour de O F, comme autour de leur axe, elles décriront des surfaces coniques, & on verra le second arc en-ciel coloré sous la latitude de 3°. 8′ 21″.

§. MMCCCCXXXVI. Les couleurs de cette seconde iris sont moins vives que celles de l'iris principale ; parceque plusieurs rayons compris entre A B [*Tab.* 60. *fig.* 9.] & α β, sortent de la goutte D Z, & ne se réfléchissent point vers X F : il y en a aussi plusieurs qui, réfléchis en X F, s'échappent en cet endroit, de sorte qu'il en reste très peu qui, passant par les points H & S, parviennent jusqu'à l'œil du spectateur.

§. MMCCCCXXXVII. C'est parceque les couleurs du second arc-en-ciel sont si pâles, qu'on ne peut point les distinguer, à moins que l'air ne soit fort sombre devant nous ; & c'est pour cela que nous ne voyons que rarement deux iris, & encore plus rarement trois : car pour la formation de cette derniere, il faut nécessairement que les rayons de lumiere souffrent trois réflexions dans la goutte d'eau, & deux réfractions. Il faut outre cela, que l'air qui est derriere la goutte, soit tout-à-fait obscure, & ne réfléchisse aucune lumiere, & que le soleil soit très brillant derriere le spectateur, & qu'il darde ses rayons contre la pluie qui tombe devant le spectateur. *Halley* nous apprend qu'il observa tout à-la-fois trois iris en 1698, dont les deux premieres étoient telles qu'elles ont coutume d'être, & la troisieme presqu'aussi claire & aussi vive que la seconde, dans laquelle les couleurs étoient disposées de la même maniere que dans la premiere. Les jambes de celle-ci traversoient l'espace que laissoient entr'elles les deux autres ; elle s'appuyoit sur les deux extrêmités de la premiere, & elle coupoit la partie supérieure de la seconde iris. Le célebre *Outhier* vit en Laponie l'arc A F G C [*Tab.* 60. *fig.* 10.], qui coupoit le second E F D, & sur lequel il dominoit un peu (1). Mais *Celse* vit l'arc du milieu plus large que les arcs extérieurs ; car leurs jambes étoient entourées par l'arc du milieu (2).

§. MMCCCCXXXVIII. Les arc-en-ciels ne sont pas toujours semblables

(1) Outhier, Voyage au Nord, page 109. (2) Bibliotheque raisonnée, année 1747, Tom. 2. pag. 56.

entr'eux ; ils ſont quelquefois plus larges & entourés d'un plus grand nombre de cercles colorés. *Langwith* a obſervé en Angleterre pluſieurs iris de cette eſpece. Parmi celles qu'il obſerva, il en vit une dans laquelle il remarqua 1°. le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu pâle, le bleu foncé, le pourpre ; ces couleurs étoient ſuivies 2°. d'un vert-clair, d'un vert foncé, d'un bleu. 3°. Une couleur verte & une pourprée ſe faiſoient enſuite remarquer. 4°. On voyoit encore enſuite une couleur verte & une couleur légérement pourprée (1). *Duval* obſerva en 1748 une iris principale, ornée de ſes couleurs ordinaires ; mais il obſerva outre cela d'autres arcs colorés, un arc vert tirant ſur le jaune, un d'un vert plus foncé, & un pourpré. 2°. Un arc vert avec un arc pourpré. 3°. Un pourpré & un tirant ſur le vert qui ſe ſuccédoient l'un à l'autre.

En 1751, j'obſervai, dans le mois de Juin, l'après-midi, deux arc-en-ciels ; l'extérieur étoit celui qu'on appelle ſecondaire : il ne préſentoit rien d'extraordinaire ; le principal étoit intérieur, ſes couleurs étoient liées enſemble & contiguës, ſans être ſéparées par aucun eſpace : elles étoient extrêmement foncées ; de ſorte qu'on pouvoit les diſtinguer aiſément ; & voici l'ordre ſelon lequel elles étoient diſpoſées : rouge, orangé jaune, vert, bleu, pourpre & violet. 2°. Vert, bleu, pourpre, violet. J'obſervai encore, le 11 Septembre 1755, deux iris, une principale, & une ſecondaire. Voici l'ordre ſelon lequel les couleurs de l'iris principale étoient diſpoſées : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, pourpre, violet. 2°. Vert, pourpre. 4°. Vert, pourpre pâle. Toutes ces couleurs étoient diſpoſées ſelon des arcs concentriques & adhérens les uns aux autres ; de ſorte que cette iris principale étoit beaucoup plus large que celles qu'on obſerve ordinairement.

§. MMCCCCXXXIX. Pour rendre raiſon de ces phénomenes, les Phyſiciens ont ſuppoſé que les rayons S A, S D, SH [*Tab. 62. fig. 1.*], qui partent du ſoleil, ne ſont point paralleles comme dans les iris précédentes, mais qu'ils ſont un peu convergens ; parcequ'ils paſſent entre les eſpaces des nuées X, Y, V. En effet, ſi un rayon de ſoleil S A pénetre une goutte de pluie en A, & qu'il la pénetre ſelon la maniere ordinaire, & que par la réfraction qu'il éprouve à ſon entrée dans cette goutte, il ſe réfracte & ſe dirige au point B, qui le réfléchiſſe enſuite vers C, & que ce rayon, à la ſortie de cette goutte, ſe réfracte encore, & ſe ſépare en ſes différentes couleurs, de façon que les rayons verts, pourpres & bleus, parviennent juſqu'à l'œil du ſpectateur en O ; alors le rayon S D qui tombe ſur la goutte D E G, ſe réfractera de la même maniere que le rayon S A, parviendra au point E, qui eſt un peu plus bas que le point B, dans la premiere goutte : ce rayon ſe réfléchiſſant en E ſous un angle égal à ſon angle d'incidence, parviendra au point G, qui eſt auſſi plus bas que le point C ; & ſortant de la goutte d'eau au point G, il en ſortira ſous le même angle que le précédent rayon qui eſt ſorti de la ſienne, & il parviendra au point O, où il paroîtra vert & pourpre ; couleurs qui paroîtront immédiatement adhérentes & inférieurement aux premieres, vertes, bleues & pourpres, tandis que les autres couleurs de la goutte D G E, paſſant dans un eſpace intermédiaire, entre G

(1) Philoſ. Tranſ. n. 375.

& O, ne parviendront point à l'œil du spectateur. Pareillement le rayon de soleil convergent SH, traversant en V l'espace qu'il rencontre dans la nuée, parvient à la goutte HIK qu'il pénetre; il sort de cette goutte au point K, & envoie à l'œil du spectateur en O des rayons verts & pourpres; tandis que les autres couleurs traversent les autres iris comprises entre G & O, ou C & O. Si on imagine qu'un rayon de soleil O L vienne de cet astre & passe par le dos du spectateur, ce rayon sera parallele au rayon S A, le rayon O F le sera à S D, & le rayon O M le sera aussi à S H.

Ces arcs colorés qui paroissent adhérens à la partie inférieure de l'iris principale, n'ont pas coutume d'occuper une grande partie de la concavité, ou des jambes de cette iris; ils n'en occupent ordinairement qu'une petite portion: ce qui vient de ce que, lorsque les gouttes d'eau sont un peu descendues, elles ne sont plus alors frappées par des rayons convergens du soleil, mais par des rayons paralleles qui ne sont point propres à produire cet effet; car, dans ce cas, ces rayons ne peuvent produire qu'une iris ordinaire, savoir, celle que nous regardons comme principale.

§. MMCCCCXL. C'est de cette même maniere qu'on doit concevoir la formation de l'iris lunaire; car quoique ces sortes d'iris ne se fassent observer que très rarement, elles n'en existent pas moins, & on en a observé pendant la nuit lorsque la lune est dans son plein, & qu'il pleut. Les couleurs de ces sortes d'iris sont toujours plus foibles que celles d'une iris solaire; ce qui vient de ce que la lumiere de la lune étant trop rare, n'a point autant de force pour frapper les gouttes d'eau, que la lumiere du soleil (1): & c'est pour cela que cette espece d'iris se présente ordinairement sous une couleur qui tire sur le jaune pâle. *Ulloa* observa, le 4 Avril 1738, une iris lunaire, composée de trois arcs unis entr'eux vers leur partie supérieure: le diametre de l'arc du milieu étoit de 60 degrés; sa latitude, qui étoit d'une couleur blanche, étoit de 5 degrés: les deux autres arcs étoient blancs aussi, mais de différens diametres (2).

§. MMCCCCXLI. Nous avons dit jusqu'à présent que la latitude de l'arc étoit la même dans toute son étendue; & c'est une vérité, quoique les jambes d'un arc en-ciel paroissent s'élargir vers leur partie inférieure, & que le sommet en paroisse plus étroit, & c'est pour cela que deux iris concentriques paroissent plus éloignées l'une de l'autre vers leur sommet qu'entre leurs jambes; mais ce phénomene git entierement dans l'imagination du spectateur. En effet, de même que le soleil & la lune nous paroissent plus grands lorsqu'ils sont à l'horison, & que leur disque nous paroît plus petit, à proportion qu'ils s'élevent davantage au-dessus de l'horison; de même les jambes de l'iris nous paroissent plus grandes vers la surface de la terre, & leurs sommets qui sont plus élevés, nous paroissent plus petits, quoique ces arcs aient exactement les mêmes dimensions dans toute leur étendue.

§. MMCCCCXLII. Il nous resteroit encore à ajoûter ici plusieurs choses qui concernent le calcul des angles que forment les rayons efficaces; mais comme cette matiere suppose la théorie *de maximis & de minimis*, nous la

(1) Comment. Gotting. Vol. 3. pag. 33. (2) Ulloa, Voyage au Pérou. Vol. 1. pag. 368.

passerons ici sous silence, ainsi que quantité d'autres choses qui sont trop subtiles, ou qui exigeroient d'être traitées avec trop d'étendue. On peut consulter sur cela, & sur ce qui y a rapport, un Ouvrage intitulé: *Les Transactions Philosophiques d'Angleterre*, n. 240, 267, 375. Les Notes de *Clark* sur la Physique de *Rohault*, Part. 3. chap. 17. Les Ouvrages de *Jacques Bernouilli*, Vol. 1. pag. 401. L'Optique de *Newton*, & ses Leçons d'Optique. *Smith Compleat Sistem. of Optiks*, Book. 2. c. 10. *Martin*, dans sa Philosoph. Britann. Vol. 2. ou ma Physique écrite en langue Hollandoise. Le célebre *Nocetus* a décrit l'iris dans ses vers d'une maniere fort élégante.

§. MMCCCCXLIII. Comme les Commençans ne conçoivent pas aisément les phénomenes de l'iris, j'ai imaginé une machine, par le moyen de laquelle on les représente tous aisément, & d'une maniere très claire. AAAA [*Tab.* 62. *fig.* 3. 4.] est une table à 4 pieds, ouverte à son milieu, afin qu'on puisse faire monter & descendre à travers cette table un corps conique. B C est la moitié d'un cône, dont le sommet est en D. Ce sommet est appuyé sur un axe transversal sur lequel tourne le cône BC, & sur lequel il s'éleve au-dessus de la table, ou sur lequel il s'abaisse au-dessous: à l'extrêmité de ce même sommet est adapté un œil de la grandeur ordinaire de l'œil d'un homme, & qui sert à représenter l'œil du spectateur: outre cela une verge de fer longue de trois pieds est adaptée au cône & à l'axe, l'extrêmité de cette verge se termine par un manche M: un globe doré S est enfilé sur cette verge, & ce globe représente le soleil; la base du cône B est entourée d'une bande large sémi-circulaire, sur laquelle on peint les 7 couleurs de l'iris: le côté du cône forme avec l'axe un angle de 40°. 17′: la largeur de la bande peinte sur la base du cône, est de près de 2 degrés, conformément à la largeur ordinaire d'une iris principale. E, E sont deux plans triangulaires mobiles, dont le centre du mouvement est placé au-dessus du sommet du cône; ces deux plans sont constamment appliqués à chaque côté du cône: ils servent à cacher l'échancrure faite à la table, & ils représentent en même-tems l'horison. On verra dans la figure 4, comment ils sont constamment appliqués aux deux côtés du cône. Cela posé, lorsque la tige de fer, ainsi que le soleil S, est parallele à l'horison, la moitié du cône est au-dessus de la table, & l'œil du spectateur, qui est en D, voit la bande colorée sémi-circulaire placée à la base du cône: mais lorsque la main saisit le manche de la tige de fer, & éleve le soleil S, le cône s'abaisse, ainsi que le lymbe qui est adhérent à la base du cône, qui alors devient moindre qu'un demi-cercle. Si on éleve encore le soleil S, on abaisse toujours, dans la même proportion, le cône, & conséquemment l'arc qui représente l'iris diminue aussi; ce qui a lieu jusqu'à ce que le soleil S soit élevé à 42°. 1′; car alors tout l'arc-en-ciel se trouve au dessus de l'horison, & les plans E E couvrent entierement le cône. Ce lymbe coloré appliqué à la base du cône, représente la pluie qui tombe au devant & au loin du spectateur, dans le tems qu'on observe dans le ciel un ample arc-en-ciel: mais comme il arrive quelquefois que l'arc-en-ciel paroît plus petit, lorsque la pluie qui tombe n'est pas éloignée du spectateur; il y a sur cette machine un autre arc plan L, sur lequel on a peint les 7 couleurs de l'iris, qui est placé à une plus proche distance du sommet du cône, & dont la largeur est proportionnée, de façon que cet arc forme un

demi-cercle sur l'horison, lorsque le soleil est à l'horison, & qu'il est tout-à-fait caché par les plans E, E, lorsque le soleil est élevé à 42°. 2′ au-dessus de l'horison : on représente donc aisément, à l'aide de cette machine, comment il arrive que l'arc-en-ciel paroisse quelquefois très ample, & quelquefois très petit.

Il y a outre cela sur cette machine un autre limbe N, placé au-dessus du premier limbe L; ce limbe N représente la seconde iris, & les couleurs de cette derniere y sont peintes dans un ordre renversé. On a donné à ce dernier limbe une largeur suffisante pour que cette iris paroisse à l'œil du spectateur, placé en D, de 3 degrés 8′ de largeur. Ce limbe représente un demi-cercle au-dessus de la table lorsque le soleil S est placé dans le plan de cette table, ou se trouve à l'horison. Mais lorsque le soleil S est élevé à 54°. 7′ au-dessus de l'horison, ce limbe descend au-dessous de l'horison, & se dérobe à l'œil du spectateur. Les bords intérieurs des plans E, E, ceux qui sont contigus & qui touchent les côtés du cône, sont aussi peints des mêmes couleurs que l'iris; ils ont les mêmes dimensions que l'iris elle-même dans l'endroit où ils touchent le limbe de la base B : mais leur largeur va toujours en diminuant, & ils se terminent en un point auprès du sommet du cône. Ces bords colorés représentent les jambes de l'iris, celles qu'on remarque à la campagne, dans une iris naturelle, lorsqu'une nuée qui lance la pluie passe sur la tête du spectateur, & fait tomber des gouttes de pluie qui s'attachent à l'herbe. La figure 4 représente la même machine, mais vue par derriere : on y voit même le limbe coloré qui est adhérent à la base du cône. Les plans triangulaires E, E sont tirés par les cordes H H, qui passent sur la circonférence de deux poulies horisontales K, K, pour venir embrasser les gorges de deux autres poulies verticales R, R : on attache aux extrêmités de ces cordes deux poids P, P, par le moyen desquels les deux plans sont constamment tirés & appliqués contre les côtés du cône; & par ce moyen l'échancrure faite à la table est continuellement cachée, & les plans E, E représentent l'horison.

§. MMCCCCXLIV. Il faut encore rapporter à l'iris, & à sa cause, un autre phénomene que MM. *Bouguer* (1) & *Ulloa* (2) remarquerent [*Tab.* 62. *fig.* 5.], lorsqu'ils étoient sur une montagne connue sous le nom de Pambamarca : ils se virent enveloppés le matin d'une nuée épaisse, qui, poussée ensuite & raréfiée par les rayons du soleil levant, se convertit en une vapeur si déliée, qu'on pouvoit à peine la distinguer : le soleil étoit alors très brillant derriere les spectateurs. La nuée, qui étoit à l'opposite du soleil, & qui n'étoit pas éloignée de 10 toises des spectateurs, ne paroissoit ni plane, ni unie, ni sous la forme blanche ordinaire d'une nuée, lorsque chacun de ces deux Observateurs vit dans cette nuée son image, & non celle de l'autre spectateur, aussi bien peinte & aussi bien tracée qu'elle a coutume de l'être derriere la glace d'un miroir : le peu de distance qu'il y avoit alors entre les spectateurs & la nuée, fit que chacun d'eux distingua parfaitement toutes les parties de son image; savoir, les pieds, les bras, la tête : ils remarquerent outre cela,

(1) Voyage au Pérou, & Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1744.
(2) Voyage au Pérou. Liv. 6. chap. 9. p. 367.

que leur tête étoit entourée d'une espece de couronne resplendissante, composée de 3 ou 4 arcs concentriques d'une couleur vive & fleurie : chaque arc étoit orné des mêmes couleurs que l'iris ; la couleur rouge étoit celle qui paroissoit la plus extérieure : ces arcs étoient séparés par des espaces égaux, & le dernier des 3 arcs étoit celui dont les couleurs étoient les plus foibles & les plus languissantes ; enfin ils distinguerent un cercle blanc à une grande distance qui entouroit les trois arcs. Le plan de tous ces arcs étoit perpendiculaire à l'horison ; le diametre de ces arcs varioit de grandeur à chaque instant, & leurs couleurs varioient, quoique leur distance respective demeurât toujours la même. Dans ces trois arcs, le rouge étoit suivi de l'orangé, celui-ci du jaune, après cette couleur on remarquoit un jaune plus pâle, le vert venoit ensuite : ordinairement le diametre du premier arc étoit de 50°. $\frac{2}{3}$; le diametre du second, de 11°. ; celui du troisieme, de 17°. ; & le diametre du cercle blanc, paroissoit de 67 degrés. Lorsque ce phénomene commençoit à se faire observer, les arcs paroissoient ovales ; mais ils s'arrondissoient ensuite. Ces habiles gens observerent aussi, que plusieurs parties de la nuée étoient glacées, quoique séparées les unes des autres, comme le sont celles qui composent une vapeur.

Comme la nuée qui précédoit le spectateur étoit épaisse, & que le soleil brilloit derriere lui, l'ombre du spectateur se porta sur cette nuée, & cette ombre pouvoit se distinguer aisément ; parceque le spectateur n'étoit pas éloigné de la nuée : & lorsque la surface de cette nuée devint inégale, raboteuse, chaque spectateur, éloigné l'un de l'autre, ne pouvoit alors voir que son image, ou son ombre, & non celle de l'autre spectateur.

L'arc intérieur coloré parut dans son entier ; parceque le spectateur étoit placé sur le sommet d'une très haute montagne, & que le soleil étoit à son lever : car on ne peut voir qu'une demi-circonférence de l'iris lorsque le soleil est à l'horison, & que le spectateur est dans le plan de l'horison.

Les trois iris furent toutes les trois principales, & de différentes amplitudes. Cet effet ne viendroit-il pas de ce que les rayons du soleil qui pénétroient la nuée, & qui se réfractoient, étoient réfléchis de la partie postérieure de ses molécules vers les parties antérieures, & se réfractoient en sortant de ces molécules de la même maniere que lorsqu'ils forment des iris principales, & de ce que les parties supérieures de la nuée, étant plutôt éclairées des rayons du soleil que les parties mitoyennes, se raréfioient davantage que ces dernieres ; & pareillement de ce que les parties mitoyennes de la même nuée, étant plutôt éclairées que les parties inférieures, se raréfioient aussi davantage qu'elles ; de sorte que les grandeurs & les densités de ces différentes parties étoient différentes entr'elles, & faisoient que les rayons du soleil, sortant antérieurement de ces parties pour se porter vers l'œil du spectateur, parvenoient à son œil sous différens angles de réfraction, & conséquemment faisoient paroître ces trois iris principales sous différens diametres ?

Mais aussi comme les parties de cette nuée étoient tantôt plus, tantôt moins éclairées du soleil, & échauffées par la chaleur de ses rayons, il ne pouvoit point se faire qu'il n'y eût un changement continuel dans la grandeur des arcs ; changement qui pourroit aussi provenir du vent qui poussoit

& condenſoit, tantôt plus, tantôt moins, les parties de la nuée qu'il rencontroit ſur ſon paſſage : & c'eſt auſſi pour cette même raiſon que différens rayons colorés ſe préſentoient à l'œil du ſpectateur ; ce qui produiſoit ce changement continuel de couleur que chaque ſpectateur obſervoit.

Enfin le quatrieme arc paroiſſoit blanc, parcequ'on ne pouvoit point diſtinguer ſes couleurs, eu égard à la partie ſupérieure du ciel, qui étoit alors trop éclairée ; & c'eſt auſſi pour cette raiſon que les couleurs de la troiſieme iris paroiſſoient plus foibles que celles des deux iris intérieures.

§. MMCCCCXLV. *Edwards* a obſervé une autre eſpece d'iris dont il nous a donné la deſcription (1) : il l'obſerva le 5 de Juin de l'année 1757, le ſoleil étant déja couché ; le ciel parut ſombre & couvert de nuages vers la partie du ciel qui eſt au coucher d'été, & il obſerva vers la partie obſcure oppoſée au ſoleil, un arc-en-ciel plus élevé qu'on n'a coutume d'en obſerver au-deſſus de l'horiſon : cet arc formoit une demi-circonférence, ſes jambes n'atteignoient point la ſurface de la terre ; mais il étoit orné des mêmes couleurs, moins vives cependant que celles d'une iris ordinaire ; & il obſerva qu'à proportion que le ſoleil s'abaiſſoit au-deſſous de l'horiſon, l'arc-en-ciel s'élevoit par degrés ; ce qui arriva juſqu'à ce que cet arc diſparût : il n'étoit tombé aucune pluie pendant l'après-midi de ce jour, & il n'y avoit aucun ſigne de pluie dans le ciel : la lune étoit auſſi ſous l'horiſon ; de ſorte que cette iris fût formée ſeulement dans les vapeurs des nuages par les rayons du ſoleil qui y pénétroient.

Des couronnes.

§. MMCCCCXLVI. On voit quelquefois autour du ſoleil, de la lune, des planetes, ou des étoiles fixes, des *couronnes*, ou anneaux, que les Anciens nommoient *halos*. Ces couronnes ne ſont autre choſe que des cercles lumineux qui entourent ces aſtres ; ces anneaux paroiſſent quelquefois blancs, d'autres fois ils ſont ornés des mêmes couleurs que l'arc en-ciel : on n'en voit quelquefois qu'un, d'autres fois pluſieurs qui ſont concentriques. Ceux qu'on a obſervés autour de Sirius & autour de Jupiter, avoient 2, 3, 4, 5 degrés de diametre, & jamais davantage (2). Ceux qu'on obſerve autour de la lune, ſont quelquefois petits, n'ayant que 3 ou 5 degrés de diametre (3) ; mais ils ſont ordinairement plus grands, de même que ceux qu'on obſerve autour du ſoleil : car on en a obſervés qui avoient 12°. : 22°, 35′ : 30°. : 38°. : 41°. 2′ (4) : 45°. : 46°, 24′ : 47°. : 90°. de diametre ; on en a même vu de plus grands. On remarque que leurs diametres ſont ſujets à de fréquentes variations pendant qu'on les obſerve. La largeur des anneaux colorés & des anneaux blancs differe auſſi ; il y en a de 2°. . 4°. . 7°. Lorſqu'on les conſidere à l'œil nud, ils paroiſſent ovales ; & ſi on conçoit que leur diametre ſoit dans le plan du méridien, & diviſé en trois parties, le

(1) Philoſ Tranſ. Vol. 1. Part. 1. pag. 293.
(2) Gaſſendus ad Diogen. p. 854. Mariott. Mouv. des Eaux. Wolfius in Cog. Inge.
(3) Newtoni Optica Lib. 2. Part. 4. Obſ. 13.
(4) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1729.

ſoleil paroîtra éloigné de deux de ces parties de leur point inférieur. Ces anneaux, conſidérés avec un inſtrument, paroiſſent ronds (1), ainſi que je l'ai obſervé moi-même après le célebre *Smith.*

§. MMCCCCXLVII. Soit que ces anneaux ſoient colorés ou blancs, il y a toujours entr'eux & le corps lumineux qu'ils entourent, un eſpace moins éclatant que ne le ſont ces anneaux. Les couleurs de ces couronnes ſont auſſi plus foibles que celles de l'arc-en-ciel, & elles ſe ſuivent auſſi dans un ordre différent, ſuivant la différence de leurs diametres. Dans les couronnes que *Newton* obſerva en 1692, les couleurs ſe ſuivoient du centre à la circonférence dans l'ordre que voici. La couleur de l'anneau interne étoit bleue en-dedans, blanche au milieu, & rouge en-dehors : la couleur interne du ſecond anneau étoit pourpre, enſuite bleue, après cela verte, jaune, & d'un rouge pâle. La couleur interne du troiſieme anneau étoit d'un bleu pâle, & l'externe d'un jaune pâle. M. *Huyghens* a auſſi obſervé dans le contour intérieur une couleur rouge, & dans le contour extérieur un bleu pâle. J'ai obſervé pluſieurs couronnes, dont la couleur interne étoit rouge, & l'extérieure blanche : dans d'autres tems, j'ai remarqué que les couleurs étoient diſpoſées de la même maniere que M. *Newton* les avoit vu dans l'anneau intérieur. M. *Weidler* a vu auſſi que le contour intérieur étoit jaune, & l'extérieur blanc. On obſerva en France, en 1683, un anneau dont le milieu étoit blanc, & qui étoit enſuite ſuivi d'une couleur tirant ſur le rouge, enſuite bleue, après verte, & dont le contour extérieur étoit d'un rouge très foncé. On en obſerva un autre en 1728, dont le contour extérieur étoit d'un rouge pâle, ſuivi d'une couleur jaune, verte enſuite, & qui ſe terminoit par un anneau blanc (2).

§. MMCCCCXLVIII. On remarque fréquemment de ces ſortes d'anneaux : en effet, on en remarque en Hollande, pour l'ordinaire, plus de 50 par an, qu'on peut diſtinguer en plein jour ; mais on les obſerve moins bien, parceque nous ne ſommes point accoutumés à regarder fixement le ſoleil & la partie du ciel qui l'entoure, & que nous ne pouvons gueres nous garantir des vives impreſſions que cet aſtre fait ſur nos yeux : mais on peut les obſerver plus commodément en regardant le ſoleil à travers un tube de métal. *Midleton* nous apprend que ces phénomenes ſont très fréquens dans l'Amérique ſeptentrionale ; puiſqu'on peut obſerver un ou deux anneaux par ſemaine autour du ſoleil, & pareillement un ou deux par mois autour de la lune (3).

§. MMCCCCXLIX. La cauſe de ces couronnes ſe trouve dans notre atmoſphere, & à peu de diſtance de la ſurface de la terre. En effet, 1°. quoique nous ſoyions tentés de croire, lorſque nous nous en rapportons à la dépoſition de nos ſens, & que nous jugeons d'après leur témoignage, que ces anneaux ſoient réellement autour des aſtres, il eſt conſtant qu'il n'y a point d'atmoſpheres autour de ces aſtres, ou s'il y en a, elles ne ſont point ſi grandes : de plus, ſi ces anneaux dépendoient de l'atmoſphere des aſtres, on en obſerveroit autour du ſoleil, de la lune & des planetes chaque fois que le ciel ſeroit ſerein.

(1) Smith Optiks. Lib. 1. §. 167. Remark. 344. (2) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1729. (3) Philoſ. Tranſ. n. 465.

2°. Ces anneaux ne peuvent être apperçus que de peu de personnes à la fois, & rarement à une plus grande distance que de deux ou trois milles.

3°. Ils disparoissent dès que le vent vient à souffler.

4°. Ils ne paroissent jamais que lorsque le tems est stable, & que l'air est paresseux.

5°. On ne les remarque jamais lorsque le tems est parfaitement serein; mais lorsqu'il y a quelque brouillard léger.

6°. Lorsque le vent pousse ce brouillard devant lui, & le fait flotter dans l'air, ces anneaux commencent à disparoître du côté que l'air devient plus clair & plus transparent.

7°. On remarque quelquefois que ces couronnes ne sont point fort éloignées du spectateur; & c'est ce qu'observa le célebre *Glischovius* en 1750. Un jour de pleine lune, le ciel étant fort serein de toutes parts, si ce n'est qu'il y avoit près de la surface de la terre un brouillard fort léger, le limbe inférieur de la lune effleuroit la partie supérieure du toit d'une maison: & on voyoit une couronne pâle autour de la lune qui étoit environ de 12 degrés. La moitié de la partie supérieure, élevée au-dessus du toit, étoit beaucoup plus claire que la partie inférieure qui étoit au-dessous du toit & de la partie supérieure du mur; le spectateur observa que cette couronne diminuoit à proportion qu'il s'approchoit de cette maison; mais elle brilloit aussi davantage: d'où il conclut que cette couronne n'étoit qu'à 80 pieds de distance: ce météore disparut avec le brouillard.

§. MMCCCCL. On peut produire artificiellement de semblables couronnes, en plaçant, pendant le froid, un vase d'eau chaude, dont les vapeurs s'élevent entre la lumiere d'une chandelle & l'œil d'un Observateur: c'est pour cela qu'on remarque souvent ces anneaux dans les bains autour de la chandelle. On remarque encore un semblable phénomene si on place une chandelle allumée à quelques pieds de distance d'une fenêtre, dont les vitres sont couvertes d'une vapeur légere, & que, placé en-dehors à quelques pieds de distance de cette fenêtre, on regarde la chandelle à travers les vitres.

Si on place une chandelle allumée derriere un récipient vuide d'air, & qu'on reporte de l'air sous ce récipient, dès que l'air, qui est toujours chargé de vapeurs, se sera introduit, en certaine quantité, sous ce récipient, & qu'il y aura acquis une certaine densité, on appercevra aussi tôt une couronne colorée autour de la lumiere (1). Je remarquai, au mois de Décembre de l'année 1756, que la lune étoit entourée d'une très grande couronne colorée lorsque je la regardois à travers les vitres de ma chambre, qui étoient couvertes d'une glace mince; mais lorsque j'ouvrois la fenêtre, cette couronne disparoissoit, & on ne la voyoit qu'à travers cette glace mince.

§. MMCCCCLI. La cause de ces couronnes qu'on observe dans la région supérieure de l'air, doit donc être la même que celle de ces couronnes qu'on produit artificiellement: ce phénomene dépend donc des petites particules de vapeurs, qui, rassemblées les unes avec les autres, ont un certain degré de raréfaction ou de densité propre à faire subir aux rayons de lumiere qui les péne-

(1) Boyle Contin. Pri. Experim. Phys. §. 44.

trent, une réfraction ou une répulsion qui les divise & les sépare en leurs couleurs, de même que la lumiere qui passe entre des lames minces, soit solides, soit fluides, ou entre les tranchans de deux lames de couteau : il n'est pas même nécessaire, pour que ce phénomene ait lieu, que ces vapeurs soient glacées; puisque la vapeur qui couvre la surface des vitres pendant l'été, est propre à produire ce phénomene, de même que l'air humide qu'on fait rentrer dans la capacité d'un récipient vuide d'air ; par conséquent c'est une certaine densité des vapeurs, ou une certaine épaisseur des petites couches qu'elles peuvent former, qui fait que la lumiere du soleil qui pénetre ces globules, ou qui passe entre leurs interstices, se sépare en rayons colorés : mais nous ne pouvons pas encore déterminer quel doit être ce degré de densité, ni quelle doit être la grandeur & les dimensions des parties de ces vapeurs.

Mais pourquoi remarque-t-on un cercle rond qui est de même couleur ? Voici comment on peut expliquer ce phénomene. Supposons que S [*Tab.62. fig. 6.*] représente le soleil, V V un brouillard mince qui ait le degré de ténuité nécessaire pour produire l'effet que nous voulons expliquer, & que l'œil du spectateur soit placé en o ; les rayons lumineux qui partent du soleil S sont paralleles entr'eux, & perpendiculaires sur le brouillard V V : soit conduite du centre de l'astre la droite S P o, que j'ai toujours observé être perpendiculaire sur le plan de l'anneau V V. Cela posé, un rayon quelconque, tel que D A, qui tombe sur le brouillard, & qui le pénetre, se sépare en A en plusieurs petits rayons A g, A o, A e, A f; & il n'y a que le seul rayon A o qui parvienne à l'œil du spectateur, tandis que les autres passent au-delà : ce rayon entre dans l'œil sous l'angle A o P, & est d'une couleur fixe & déterminée. Supposons que ce même rayon se meuve autour de la ligne S P o comme autour de son axe, il décrira alors un cône, dont la base qui aura pour rayon A P, sera un cercle : de tous les rayons qui font partie du faisceau D A, qui pénetre le nuage, & qui s'y sépare en ses différens rayons colorés, ceux qui sont de même couleur que le rayon A o, parviennent à l'œil du spectateur sous le même angle A o P ; ce qui fait que ce spectateur placé en o, observe la même couleur dans toute l'étendue d'un cercle de la base A. Pareillement le faisceau de rayons F B, tombant sur la surface du brouillard V V, le pénetre & se sépare en ses différens rayons colorés, dont un rayon d'une couleur déterminée suit la ligne B o, tandis que les autres ne parviennent point à l'œil o du spectateur : ce rayon efficace entre dans l'œil, sous l'angle B o P, & de tous les rayons séparés de ce faisceau, il n'y a pareillement que ceux qui sont de la même couleur que celui dont nous venons de parler, qui parviennent sous le même angle à l'œil du spectateur placé en o ; ces rayons paroissent donc comme provenir d'un cercle qui a PB pour rayon. Ces Rayons A o, B o, qui parviennent à l'œil du spectateur, doivent être regardés comme efficaces : mais ces rayons sont quelquefois plus nombreux, quelquefois moins, selon les degrés de réfraction que souffrent les rayons D A, F B en traversant la nuée. On n'a pas encore pu déterminer par le calcul, jusqu'à quel point peut croître le nombre des rayons efficaces.

Tous les autres faisceaux au-delà de F B qui tombent sur le brouillard, se séparent aussi, à la vérité, en rayons différemment colorés ; mais leurs

rayons efficaces ne parviennent point en o; & par conséquent l'œil placé à ce point, n'est éclairé que d'une certaine lumiere : pareillement les rayons de lumiere qui tombent sur les parties du brouillard qui sont comprises dans la base du cercle A A, n'envoient point de rayons efficaces à l'œil o; & c'est pour cela que cet œil ne reçoit de toute l'étendue A P A, qu'une lumiere mêlée de toutes sortes de rayons : ce qui fait que le cercle A P A paroît blanc. Comme le brouillard intercepte la lumiere qui vient du corps lumineux, la partie qui embrasse le contour de ce corps lumineux, empêche que le ciel paroisse serein, ou qu'il se présente en cet endroit sous une couleur bleue.

§ MMCCCCLII. Suivant que le brouillard sera plus ou moins élevé au-dessus de la surface de la terre, la couronne sera plus petite ou plus ample, & se présentera sous différentes couleurs : & c'est pour cette raison qu'on a observé que l'amplitude de cette couronne augmentoit ou diminuoit; il peut se faire aussi que la différente raréfaction des parties du brouillard, ou que la grandeur des vapeurs soit la cause des différences qu'on remarque dans les couleurs de ces couronnes.

§ MMCCCCLIII. On doit regarder comme une fable les présages qu'on tire de l'observation de ces couronnes; & c'est à tort qu'on a cru qu'elles indiquoient du vent, de la pluie, ou un orage prochain. Car j'ai souvent observé que le ciel demeuroit calme & serein le lendemain du jour où ces phénomenes se manifestoient.

Ceux qui voudront lire quelque chose de plus subtil sur ces sortes de phénomenes, pourront consulter l'optique de *Newton*, Liv. 2. Part. 4. ou les Ouvrages posthumes de *Huyghens*. Pour expliquer la formation de ces couronnes, ce dernier Physicien supposoit qu'il se trouvoit dans l'air une grêle transparente à l'extérieur, mais qui renfermoit au-dedans une espece de noyau glacé & opaque : sentiment fort ingénieux, mais que les observations rapportées (§. 2451) m'ont empêché de suivre.

Nous ne connoissons encore aucunement l'usage de ces couronnes.

Des parélies.

§. MMCCCCLIV. On remarque quelquefois dans le ciel de faux soleils, qui paroissent en même-tems que cet astre : on appelle ces faux soleils *parélies* ou *antélies*, soit parcequ'on les observe auprès du soleil, soit parcequ'ils approchent de la figure de cet astre. Leur nombre varie : on en voit tantôt un, tantôt deux, quelquefois quatre, comme on peut le remarquer par la figure indiquée [*Tab.* 63. *fig.* 4.] : quelquefois on en voit encore davantage; car on en a remarqué jusqu'à six.

§. MMCCCCLV. Les Anciens connoissoient ce phénomene : ils en ont fait mention, ainsi que les Modernes; car *Aristote* (1) rapporte que les fausses images du soleil paroissent ordinairement au lever ou au coucher de cet astre; mais rarement lorsqu'il est au zénith, quoiqu'on ait observé ce phénomene sur le Bosphore. On a quelquefois vu deux parélies qui ont subsisté pendant un jour entier jusqu'au soir; & *Pline* indique même les Consuls

(1) De Meteoris, Lib. 3. cap. 2.

Romains, ſous le Conſulat deſquels ces parélies ont été obſervées (1). *Gaſſendi* aſſure qu'il n'a vu pluſieurs fois qu'une de ces parélies dans les années 1635 & 1636. On en vit pluſieurs dans la Ville de Chartres en 1666 (2), à Paris en 1677 (3) & en 1683 (4). *De la Hire* en vit 2 en 1689, & une ſeule en 1692. *Caſſini* en obſerva deux en 1693 (5). *Gray* en vit deux en 1700 (6). *Halley* obſerva le même phénomene en 1702 (7); & pluſieurs autres auſſi ont obſervé la même choſe après eux, & nous en ont donné la deſcription (8). Parmi ces différentes obſervations, nous en avons une très célebre de *Scheinerus*, qui vit à Rome quatre images du ſoleil: j'ai obſervé un même phénomene à Utrecht. *Hevelius* en vit ſept en 1661 à Dantzic.

§. MMCCCCLVI. La grandeur des parélies paroît la même que celle du ſoleil; mais leur figure varie de tems en tems: elles ne ſont point ſi rondes que le ſoleil; car elles ſont quelquefois anguleuſes: leur éclat eſt quelquefois moins vif que celui du ſoleil; quelquefois la lumiere du ſoleil n'eſt pas plus vive. Lorſque pluſieurs de ces parélies ſe font voir en même tems, il y en a quelques-unes qui ont moins d'éclat, & qui ſont plus pâles; leur contour extérieur eſt coloré de même que l'arc-en-ciel: pluſieurs d'entr'elles ont par derriere une longue queue d'une couleur plus rouge à l'endroit où elle tient à la parélie, que par-tout ailleurs; car elle devient plus pâle à proportion qu'elle s'éloigne de la parélie: il y en a qui ont une queue des deux côtés; telle étoit celle qui fut obſervée par M. *Halley* (9). J'en vis une ſemblable à Leyde en 1753; les queues de cette parélie ſe trouvoient diſpoſées dans une ligne droite, qui paſſoit par les deux ſoleils: on a vu de ces queues renfermées dans des cercles colorés. *Weidler* a obſervé une de ces queues, qui ſe portoit en-haut & ſe portoit après en-bas, un peu courbe, dont le bord extérieur étoit couleur de pourpre du côté qu'elle regardoit le ſoleil, & rouge vers ſa partie oppoſée, & ornée des couleurs de l'iris. Cette queue eſt ſouvent placée dans un cercle blanc; d'autres n'ont point de queue; de ſorte que ces parélies ſe préſentent toujours avec différentes apparences.

§. MMCCCCLVII. Les parélies ſont preſque toujours accompagnées de quelques cercles, dont quelques uns ont les mêmes couleurs que l'arc-en-ciel, & les autres ſont blancs: ces cercles different, tant en nombre, qu'en grandeur: ils ont cependant tous le même diametre, qui eſt égal au diametre apparent du ſoleil. Il ſe trouve des cercles qui ont le ſoleil dans leur centre: ces cercles ſont colorés, & leur diametre eſt de 45 degrés, & même de 90. Le plan de ces cercles eſt perpendiculaire à une ligne qu'on ſuppoſeroit tirée de l'œil du ſpectateur par le centre du ſoleil, ce qui fait que leur po-

(1) Hiſt. Nat. Lib. 2. cap. 31.
(2) Journal des Savans, Tom. 1. pag. 431.
(3) Journal des Savans, ann. 1677, pag. 179.
(4) Journ. des Sav. ann. 1683. pag. 210. Journ. des Sav. ann. 1684, pag. 172.
(5) Mémoires de l'Académie Royale, année 1692.
(6) Philoſ. Tranſ. n. 262.
(7) Philoſ. Tranſ. n. 278.
(8) Philoſ. Tranſ. n. 445. 462. Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1721, 1722, 1743. Journ. des Sav. ann. 1686, p. 532.
(9) Philoſ. Tranſ. n. 278.

sition differe suivant la différente élévation du soleil au-dessus de l'horison. Plus les couleurs de ces cercles sont vives, plus la lumiere du véritable soleil paroît foible. Il y a encore d'autres cercles paralleles à l'horison; l'un d'entr'eux, qui est ordinairement fort ample & blanc, renferme toutes les parélies: & si ce cercle étoit entier, il passeroit aussi par le véritable soleil. Son centre est le zénith du spectateur, ou tombe perpendiculairement sur sa tête. *Hevelius* a observé que le diametre de ce cercle étoit de 130 degrés. On a vu quelquefois des arcs de plus petits cercles qui étoient concentriques au grand cercle, qui passoient par les cercles précédens colorés, les couvroient seulement par leur largeur dans un plan qui passoit par le zénith & le soleil: ces petits arcs étoient eux-mêmes colorés, & renfermoient d'autres parélies. Outre tous ces cercles, on en a encore remarqué d'autres qui étoient placés obliquement par rapport à ceux dont nous venons de faire mention. L'ordre des couleurs dans ces cercles colorés, est le même que dans l'arc-en ciel; mais la couleur rouge se remarque dans la partie intérieure qui regarde le soleil, telle qu'elle paroît souvent dans les couronnes. *Feuillée* a observé un cercle parallele à l'horison, dont le centre étoit au zénith du spectateur, dont les couleurs étoient plus vives que celles d'un autre cercle: le diametre de ce cercle parallele étoit sous double de celui du cercle, au centre duquel le soleil paroissoit (1). J observai à Leyde, le 18 Octobre de l'année 1753, depuis 8 heures du matin jusqu'à dix heures & un quart, une parélie seule, dont voici la description. Elle étoit située à la partie méridionale du soleil, ou, si vous l'aimez mieux, à sa partie occidentale, & de même hauteur que lui au dessus de l'horison. Dans son origine, elle étoit placée à 18 degrés; elle s'éleva ensuite un peu, tandis qu'il ne paroissoit à sa partie orientale que de petits nuages: elle étoit éloignée du soleil de 30 degrés ou environ; sa lumiere étoit assez sombre, elle ressembloit à celle du soleil qui se laisse voir à travers quelques nuages [*Tab. 63. fig.* 1.]: il y avoit une queue adhérente aux deux parties opposées de cette parélie; ces queues étoient disposées parallelement à l'horison: chacune avoit 25 degrés de longueur, & étoit blanche, dépourvue de toute couleur quelconque; l'une & l'autre paroissoient extrêmement brillantes à l'endroit où elles adhéroient à la parélie: mais cet éclat diminuoit à proportion qu'elles s'en éloignoient; de sorte qu'on ne pouvoit point distinguer d'avec les nuages leurs extrêmités qui se terminoient en pointes, & qui se perdoient dans ces nuages. Cette parélie avoit la même grandeur apparente que le soleil; mais son contour circulaire n'étoit pas si exactement terminé que celui de cet astre: sa figure n'étoit même pas exactement terminée. Il s'élevoit encore outre cela de cette parélie une troisieme queue qui se portoit perpendiculairement de bas en-haut; elle paroissoit avoir 12 degrés de longueur; mais elle avoit plus de largeur, comme on l'observe dans l'iris. Ne faisoit-elle point portion de quelqu'arc? C'est ce que je ne puis assurer; ce qu'il y a de certain, c'est qu'elle étoit peinte des mêmes couleurs que l'iris, qui étoient extrêmement vives, & qu'on distinguoit aisément: la couleur rouge étoit tournée du côté du soleil, tandis que la couleur violette en étoit la plus éloignée; les couleurs s'affoiblissoient insensi-

(1) Feuillée, Journal d'Observ. Tom. 1. p. 78.

blement vers la partie ſupérieure de cette queue: ces couleurs s'affoiblirent promptement, & diſparurent enſuite; mais il reſta toujours une marque pâle de leur exiſtence : on remarquoit au-deſſus dans le ciel & vers le zénith, un arc coloré qui formoit la quatrieme partie d'un cercle, diſpoſé parallelement à l'horiſon, dont le centre étoit au zénith du ſpectateur; le diametre de ce cercle entier eût été de 50 degrés : cet arc ſe terminoit à la partie ſeptentrionale. Je continuai cet arc avec des points; mais je n'en retrouvai enſuite aucun veſtige : la largeur de cet arc étoit la même que celle d'une iris principale. La partie convexe de cet arc étoit tournée du côté du ſoleil, & & l'eſpace qui ſéparoit cet arc du ſoleil étoit de 47 degrés. On y remarquoit les 7 couleurs de l'arc-en-ciel, mais ſi diſtinctement qu'on pouvoit aiſément les compter; & je les obſervai beaucoup mieux que je ne l'ai jamais fait, à l'aide d'un priſme. La couleur rouge bordoit la partie extérieure de l'arc; c'étoit celle qui étoit la plus proche du ſoleil: le violet étoit à la partie intérieure de ce même arc, & répondoit à ſon centre; le ciel étoit alors couvert d'un léger brouillard, & on y voyoit de petits nuages blancs qui flottoient çà & là : on ne ſentoit alors aucun vent. Je ne doute point que le phénomene que le célebre *Grishovius* obſerva à Berlin en 1750, & qu'on trouve décrit dans les Actes de Petersbourg de l'année 1753, ne ſoit de même eſpece & ne puiſſe être rapporté ici, quoiqu'il n'y eût point alors de parélie, mais ſeulement deux arcs colorés. A 7 heures $\frac{1}{2}$ du matin on obſerva deux iris vers la partie du ciel qui répond au Levant d'hiver, & où ſe trouvoit alors le ſoleil; le ciel étoit couvert de nuages ſombres, & même très ſombres. Pour ſe former une juſte idée de ce phénomene, il faut remarquer que le ſoleil étoit en S [*Tab.* 63. *fig.* 2.], le ſpectateur en P, & que A B repréſente l'iris principale : C D, la ſeconde iris, mais dont les couleurs étoient moins vives que celle de l'iris principale : le centre de l'un & l'autre arc étoit placé vers l'orient, un peu au-delà du zénith; & leur convexité étoit tournée du côté du ſoleil : la hauteur du centre du ſoleil étoit alors de 18°. 30'; la diſtance du limbe extérieur de l'iris principale étoit de 47°. 10', & ſon amplitude apparente de 42°. $\frac{1}{4}$, ſa largeur de 2°. La ſeconde iris étoit éloignée de la premiere de 7°.; ce qui ſubſiſta pendant une demi-heure ſans qu'on s'apperçût d'aucun changement de leur figure ou de leur ſituation.

Voici maintenant l'ordre ſelon lequel les couleurs étoient diſpoſées, par rapport à l'arc extérieur, en les comptant depuis ſa partie extérieure, en allant vers le centre : on remarquoit d'abord un violet très foncé, enſuite l'indigo, le bleu, le vert, le jaune, l'orangé & le rouge. Ces couleurs étoient diſpoſées, dans un ordre renverſé, dans l'arc intérieur : la couleur la plus extérieure étoit donc le rouge, ſuivi de l'orangé, du jaune, du vert, du bleu, de l'indigo & du violet.

Il n'étoit tombé aucune pluie au commencement de ce phénomene, ni même quelques heures auparavant; les nuées, à la vérité, étoient troubles, ſombres, & même noires dans toute l'étendue environ de l'eſpace que ce météore occupoit : mais elles fondirent en pluie dès qu'il eut commencé à paroître.

§. MMCCCCLVIII. Les parélies ſont ordinairement ſituées dans les interſections des cercles que *Caſſini* obſerva en 1683; il rapporte qu'il y en a

eu qui étoient placées au-delà du cercle coloré, quoique leurs queues s'étendissent dans un cercle parallele à la surface de la terre (1).

§. MMCCCCLIX. On a vu de ces parélies durer une, deux, trois, & même quatre heures, tandis que le soleil étoit élevé à différentes hauteurs: on en a vu qui ont subsisté pendant quelques jours dans l'Amérique septentrionale, & on les observoit depuis le lever jusqu'au coucher du soleil (2). Ces parélies, ainsi que leurs cercles, disparoissent insensiblement; premierement d'un côté, ensuite d'un autre, & on les voit souvent revenir à l'endroit d'où elles ne faisoient que disparoître, jusqu'à ce qu'elles se dissipent enfin entierement.

§.MMCCCCLX. La matiere dont ces parélies sont composées, se trouve aussi dans notre atmosphere. 1°. parceque les cercles colorés qui les accompagnent, ne sont que des couronnes dont la matiere se trouve suspendue & flotte dans notre atmosphere. 2°. Suivant les observations exactes faites par *Hevelius*, *Huyghens*, *Cassini*, *Maraldi*, *Verdries*, *Weidler*, & suivant celles que j'ai faites aussi moi-même, le tems n'est jamais parfaitement serein lorsque les parélies paroissent; mais l'air se trouve alors chargé d'un petit brouillard transparent. 3°. Plus les couleurs de ces astres sont vives, & plus la lumiere du soleil devient pâle. 4°. Il est rare qu'on puisse observer ces parélies de deux endroits, quoique peu éloignés l'un de l'autre. En effet, on ne vit point à Utrecht celles qui parurent à Harlem le 22 Février de l'année 1734. On n'observa pas non plus à Utrecht les deux parasélenes qui se firent voir avec leurs cercles, le 12 Mars de la même année, à Catwyk, Leyden, & à Koudekerk. 5°. On les voit d'ordinaire en hiver, lorsqu'il fait un froid accompagné d'une foible gelée; tandis qu'il regne en même-tems un petit vent de Nord, ou qui prend un peu du Nord. 6°. Lorsque les parélies disparoissent, il commence aussi à pleuvoir ou à neiger; & on voit alors tomber une espece de neige oblongue faite en maniere d'aiguilles, ainsi que *Maraldi*, *Weidler*, *Kraff* (3), & plusieurs autres l'ont observé. Or comme l'air se trouve alors chargé de particules glaciales, ou de petites aiguilles assez grandes pour être sensibles à l'œil, ainsi que *Ellis* (4) & *Midleton* nous assurent l'avoir observé dans l'Amérique septentrionale; ils n'ont pas fait de difficulté de regarder ces particules comme la cause de ces phénomenes. *Huyghens* a eu aussi recours à de petites fleches glacées, au centre desquelles se trouvoit un noyau opaque, pour rendre raison des parélies; cet habile Physicien vint à bout d'en produire d'artificielles, par le moyen de cylindres de verre qu'il suspendit en l'air: d'où il paroît que ce n'est point sans fondement, & avec témérité, qu'on a eu recours à l'hypothese de petites fleches oblongues & glacées, pour rendre raison de ce phénomene: au moins peut-on assurer que personne jusqu'à présent n'a établit à cet égard aucune hypothese plus solide; je ne crois cependant pas avec *Huyghens*, qu'il faille supposer un noyau opaque au centre de ces petites fleches; car il est constant que ces petites fleches glacées sont transparentes.

§. MMCCCCLXI. Supposons qu'il y ait dans l'air de petites fleches

(1) Journ. des Sav. ann. 1683. (2) Philos. Trans, n. 465. (3) Comment. Petropol. Vol. 9 p. 354. (4) Voyag. to Hudson's Bay. pag. 171.

glacées

glacées, cylindriques, minces, qui y soient suspendues directement de haut en-bas, & de bas en-haut; il est constant que ces petits corpuscules intercepteront une partie de la lumiere du soleil, & conséquemment la lumiere du véritable soleil sera moins vive que lorsque le tems est serein, ainsi qu'on l'observe toujours lorsqu'il y a des parélies.

§. MMCCCCLXII. Supposons que S R [*Tab.* 63. *fig.* 3.] représente le soleil, & que des deux extrêmités de son diametre il lance des rayons S P, R Q, accompagnés de tous ceux qu'on peut supposer intermédiaires: tous ces rayons tombant sur la surface d'une des fleches A B, dont nous venons de parler, une partie de ces rayons pénétrera cette fleche, tandis qu'une autre partie en sera réfléchie sous les mêmes angles sous lesquels les rayons réfléchis seront tombés sur sa surface; car cet effet doit être commun à ces fleches glacées, ainsi qu'à tous les corps transparens qui ne sont point tout-à-fait & parfaitement transparens, mais qui réfléchissent la lumiere par quelques points de leur surface antérieure, & ce que prouve très bien les doubles images que nous représentent toujours les miroirs de glace. Les rayons qui tombent comme sur une ligne droite P Q, sont censés tomber sur un miroir plan d'une très petite largeur, d'où étant réfléchis sous des angles égaux à ceux de leur incidence, ils doivent être portés selon les lignes P V, Q V. Le spectateur qui sera placé en V, devra donc recevoir cette lumiere réfléchie, & qui doit être foible; parceque P Q n'est qu'une petite ligne réfléchissante: mais les autres rayons qui tomberont aux côtés, sur le reste de la surface de cette fleche, doivent être réfléchis ailleurs qu'en V. On verra donc alors en V un objet lumineux dans cette espece de miroir P Q, qui sera à la même hauteur au-dessus de l'horison que le soleil S R, & qui aura la même largeur S R, mais non pas la même longueur; parceque P Q n'est qu'une ligne réfléchissante.

§. MMCCCCLXIII. Mais si le spectateur est placé en A [*Tab.* 63 *fig.* 3. 4.], son zénith en B, & que le ciel soit rempli de toutes parts de ces sortes de fleches, sur lesquelles le soleil darde ses rayons, il ne parviendra alors à l'œil du spectateur que les seuls rayons qui seront réfléchis par ces fleches sous les angles P V Z, Q V Z, tels que sont ceux-ci F A B, H A B, E A B, G A B, & ainsi de suite circulairement. Mais ceux qui seront réfléchis par d'autres fleches, soit intérieures, soit extérieures, sous le même angle, ne parviendront point en A; & le spectateur verra un cercle blanc lumineux C G H E K D, de même hauteur que le soleil S au-dessus de l'horison, & dont la largeur doit être égale au diametre S R. Comme, selon la direction D S C, les fleches éclairées ne peuvent point réfléchir en A la lumiere qu'elles reçoivent, mais que tous ces rayons tombent à la gauche du spectateur, le cercle blanc & lumineux antérieurement doit paroître interrompu par un grand intervalle, de sorte que d'une parélie à une autre, on ne peut observer un cercle blanc entier; ce qui indique comment se forme ce cercle blanc qui est parallele à l'horison.

§. MMCCCCLXIV. Le soleil outre cela envoie encore d'autres rayons sur les autres parties antérieures de ces fleches: ces rayons S P, R Q qui pénetrent une de ces fleches, & qui se réfractent en P T, Q X, & qui s'échappent par l'espace T X, entrent alors dans l'air, où ils subissent une nouvelle

réfraction, qui les porte selon les lignes T Y, X Y, paralleles aux premieres S P, R Q: mais comme l'épaisseur P T de cette fleche est très petite, le spectateur placé en Y, jugera que ces rayons viennent d'un objet dont la hauteur au-dessus de l'horison ne surpasse pas celle de R S. Non-seulement les rayons de lumiere qui tombent sur la petite ligne P Q se porteront à l'œil du spectateur placé en Y, mais il s'y en portera encore d'autres; savoir, ceux qui tombent sur d'autres lignes qui avoisinent celle que nous venons d'indiquer: & comme tous ces rayons se réfractent en sortant par l'espace de T X, & par les espaces voisins, ces rayons se sépareront en leurs différentes couleurs, & plusieurs de ces rayons réfractés, tombant les uns sur les autres, formeront de nouveau une couleur blanche, tandis que quelques autres, savoir ceux qui s'écarteront davantage, conserveront la couleur qui leur est propre.

§. MMCCCCLXV. Si on conçoit maintenant plusieurs de ces petites fleches suspendues entre le soleil & l'œil du spectateur, & à travers lesquelles les rayons du soleil pénetrent, comme nous venons de le voir, il y aura quelques parties de ces fleches à travers lesquelles plusieurs de ces rayons se feront jour & pénétreront; tandis qu'il n'en passera qu'un très petit nombre entre d'autres parties de ces mêmes fleches: d'où il suit manifestement qu'il y a un certain endroit dans ces fleches, d'où la lumiere réfractée parvient abondamment à l'œil du spectateur: or cette lumiere abondante fait que cet endroit paroît très brillant au spectateur, & cet endroit se trouve élevé à la même hauteur que le soleil au-dessus de l'horison; tandis que les autres endroits de ces mêmes fleches, soit qu'ils soient plus proches, soit qu'ils soient plus éloignés du soleil, transmettant une moindre lumiere au point A, où se trouve l'Observateur, représente à l'endroit où cette lumiere se fait distinguer, une espece de soleil, moins brillant à la vérité; c'est-à-dire, font observer une parélie, & lorsque ces deux endroits peuvent être extrêmement brillans, le spectateur observe alors deux parélies, situées l'une & l'autre à la même distance du soleil, & comme aux deux confins du cercle blanc en D & en C [*Tab. 63. fig. 4.*]. Ces deux points, à la vérité, qui sont extrêmement brillans, paroîtront à la même hauteur & sous les mêmes dimensions que le véritable soleil; mais ils ne paroîtront point ronds: au contraire ils paroîtront plutôt quadrangulaires & un peu anguleux; & c'est pour cela que les parélies ne paroissent point rondes & d'une figure exactement terminée, mais qu'elles paroissent sous une forme irréguliere; & comme les rayons qui s'échappent des fleches se réfractent, ils se divisent aussi en leurs différentes couleurs; de sorte que les parélies doivent paroître un peu colorées, au moins dans leur contour.

§ MMCCCCLXVI Ces petites fleches de glace transmettent par certains endroits de leur épaisseur une grande quantité de lumiere: elles en transmettent aussi, quoiqu'en moindre quantité, par leurs autres parties, & cette derniere lumiere parvient aussi à l'œil du spectateur, qui est en A, & paroît envoyée d'un corps qui se trouve à la même hauteur que le soleil qui est en S; & par conséquent elle paroît comme adhérente à l'endroit le plus brillant & le plus lumineux; ce qui forme une espece de queue à la parélie, laquelle se trouvant placée dans le cercle blanc, rend la lumiere plus vive dans cet endroit; par conséquent cette queue étant plus brillante que le cercle blanc,

paroît adhérente à la parélie : la ſplendeur de cette queue eſt beaucoup plus vive à l'endroit où elle adhere à la parélie que par-tout ailleurs, & elle va toujours en diminuant, de ſorte qu'elle s'éteint inſenſiblement à une certaine diſtance de la parélie : mais comme cette queue n'eſt vue que par le moyen des rayons réfractés, elle doit paroître colorée & teinte de différentes couleurs. C'eſt ainſi que ſe forment les parélies qui entourent le ſoleil, ainſi que leurs queues : il nous reſte encore à expliquer celles qui paroiſſent oppoſées au ſoleil.

§. MMCCCCLXVII. Suppoſons maintenant une fleche glacée, tranſparente BCMK [*Tab.63. fig.* 5.], les rayons du ſoleil ſe portent contre cette fleche de la même maniere qu'ils ſe portent contre un cylindre de verre rempli d'eau : cela poſé, ſoit un rayon de ſoleil OM, qui tombe ſur le plan ABM. Si ce rayon n'étoit autre choſe que la ligne AB, ce rayon parvenant à la ſurface du cylindre en B, pénétreroit ce cylindre ; & après avoir ſubi une réfraction à ſon entrée, il continueroit à ſe mouvoir ſelon la ligne BC : mais concevons maintenant un plan vertical qui paſſe par BC & par toute la longueur du cylindre ; alors le rayon OM ſe portera contre ce plan vertical : mais comme parvenu en BM, il tombe obliquement ſur le point M, il ne pourra point ſuivre la ligne droite tracée de M en P, il ſouffrira donc une réfraction, & il ſe portera de M en K : maintenant de même que le rayon BC, parvenu au point C, ne ſort pas par ce point, mais en eſt réfléchi comme s'il tomboit ſur la ſurface d'un miroir, & qu'il en arrive de même dans les gouttes d'eau, ce rayon viendra de C en D. Concevons donc un ſecond plan vertical qui paſſe par DC, & ſelon toute la longueur de la fleche, alors le rayon MP, qui paſſe par ce plan, étant réfléchi au point P, ſe reportera antérieurement en G ; & de même que le rayon CD, en ſortant au point D, ſeroit réfracté ſelon la ligne DE : pareillement ſi on conçoit un plan vertical qui paſſe par DE, le rayon PG ſe portera dans ce plan. Si le rayon qui tend de P en M ſe portoit véritablement en M, ce rayon ſeroit dirigé ſelon le même degré d'obliquité que celui qui va de P en G ; il iroit donc en ſortant de M au point O, ſelon le même degré d'obliquité que le rayon qui part de G pour ſe porter en F ; & conſéquemment l'angle OMB ſeroit = FGR, auquel l'angle GFH eſt égal ; par conſéquent ce rayon ſort antérieurement de la même maniere que s'il étoit réfléchi par la ſurface d'un miroir plan, & conſéquemment l'œil du ſpectateur, placé dans la droite GF, verra l'image de l'objet O, mais derriere la fleche, à une hauteur au-deſſus de l'horiſon égale à celle de l'objet O lui-même.

§. MMCCCCLXVIII. Concevons maintenant quelques-unes de ces petites fleches glacées, ſituées entre le zénith du ſpectateur & la partie oppoſée au ſoleil, c'eſt-à-dire, entre B & H [*Tab. 64. fig.* 4.] ; les rayons qui partiront du ſoleil S, & qui tomberont ſur ces fleches cylindriques, ſouffrant deux réfractions & une ſeule réflexion, parviendront à l'œil du ſpectateur A ſous un angle égal à l'angle GFH, indiqué dans la fig. 5, auquel l'angle FAB de la fig. 4 eſt égal. Ils paroîtront donc venir d'un objet placé à la même hauteur que le ſoleil S, & on verra à cette hauteur un cercle blanc. De même que dans la fig. 5, quelques rayons réfractés en B, ainſi que dans une certaine étendue, en allant vers D, concourent tous en un point C, & for-

ment des rayons efficaces ; pareillement ceux qui sortent en G F sont aussi efficaces, comme étant très denses : de même dans la figure 4 on aura des rayons efficaces, qui partiront sur-tout de deux points pour se rendre à l'œil du spectateur A : ces points sont E & F, & les rayons qui en partiront formeront les angles E A B, F A B de 51°. 32′. Mais comme il faut considérer ici la largeur du diametre du soleil, les rayons efficaces des autres fleches se porteront ailleurs qu'au point A ; & c'est pour cela que les points E & F paroîtront plus brillans que les autres points, & ils nous feront encore voir d'autres parélies dont la figure ne sera ni ronde, comme celle du soleil, ni bien terminée, mais d'une grandeur à peu-près égale à celle du soleil : comme ces rayons partent de la surface postérieure C K de la fleche [*Fig.* 5.], & ne sont point en si grand nombre que les rayons incidens ; puisque quelques-uns se sont échappés ; de même tous les rayons réfléchis par le point P vers G ne sortiront pas par ce point, & conséquemment la lumiere des parélies qu'on observera en E & en F, ne sera pas si vive que celles des parélies, qu'on observera en C & en D : aussi remarque-t-on que les parélies qu'on voit en E & en F, sont pâles, & ne jettent que peu de lumiere : on ne peut même distinguer leurs queues, par rapport à la foiblesse de cette lumiere.

§. MMCCCCLXIX. Si l'agitation de l'air se communique à ces petites fleches, & qu'elles en reçoivent un petit mouvement oblique qui les agite & qui les tienne comme en vibrations dans l'atmosphere, on verra changer à chaque instant l'éclat des parélies, & elles paroîtront continuellement agitées : on les verra donc tantôt plus grandes, tantôt plus petites, plus brillantes en un moment, moins brillantes en un autre, jusqu'à ce que la situation de ces petites fleches, étant tout-à-fait dérangée, elles disparoissent à nos yeux.

§. MMCCCCLXX. On voit outre cela des cercles colorés M N O, P Q [*Fig.* 4.], dont le soleil S occupe le centre : ces cercles, teints des mêmes couleurs que l'iris, sont des couronnes ou des *halos* ; ils sont disposés selon un plan oblique à l'horison ; & si on mene une droite A S de l'œil du spectateur au soleil, elle sera perpendiculaire au plan de ces cercles : d'où il suit que l'obliquité de leur plan sera différente, suivant la différente élévation du soleil, ainsi que je l'ai observé dans le phénomene que j'ai fait représenter par la fig. 4. il paroît indubitable que ces cercles colorés dépendent de la même cause que les couronnes dont nous avons parlé ci-dessus ; car on ne remarque point de différence entre ces deux phénomenes : par conséquent si on suppose qu'il y ait de ces petites fleches glacées qui soient suspendues dans un brouillard léger, on rendra aisément raison de tous les phénomenes de ce météore ; les couronnes dépendront de ce brouillard, & les parélies des fleches glacées.

§. MMCCCCLXXI. On ne voit point disparoître ensemble & en même-tems les parélies, leurs arcs & leurs couronnes : en effet, j'ai observé que les parélies E & F commencerent à devenir plus pâles, ensuite qu'une des deux disparut, que l'autre s'évanouit presqu'aussi tôt ; il reparut ensuite, & à plusieurs fois, quelques traces, quelques vestiges des parélies, jusqu'à leur parfaite destruction : la partie K H de l'arc disparut après cela,

ensuite j'observai que les parélies D & C perdirent de leur éclat, le cercle blanc K H G disparut après, & je ne voyois plus la queue des parélies D & C, qui devinrent plus pâles; la parélie D s'évanouit la premiere, C disparut après, de maniere cependant à me faire croire qu'elles reparoîtroient : enfin les couronnes P Q, M N O se dissiperent, & j'observai ce phenomene pendant plus de deux heures de suite. Ceux qui voudront voir cette matiere traitée d'une maniere plus étendue & plus scientifique, pourront consulter une Dissertation de M. *Huyghens*, sur les couronnes & sur les parélies; l'Ouvrage du célebre *Smith*, intitulé, *Optics*. B. 2. c. 11. un Commentaire de *Weidler* sur les parélies.

§ MMCCCCLXXII. On a encore observé des parélies différentes de celles que nous venons d'exposer : on a vu quelquefois trois soleils les uns au-dessus des autres dans un même cercle vertical : ces trois images étoient bien terminées, se touchoient les unes & les autres : le véritable soleil étoit au milieu, & celui qui étoit au-dessous atteignoit l'horison : ces trois soleils disparurent ensuite avec ordre, & lorsque celui qui étoit le plus élevé demeura seul, quoique ce ne fût qu'un faux soleil, sa lumiere n'étoit pas moins vive que celle du véritable soleil; un vent du Nord souffloit pendant ce phénomene, qui fut observé par M. *Malezieu* en 1722, auprès de l'Eglise d'un Village nommé Sceaux (1).

§. MMCCCCLXXIII. On a vu aussi deux soleils dans le même vertical, qui se touchoient & qui descendoient également vîte; celui qui étoit au-dessus suivoit immédiatement celui qui étoit au-dessous, & qui passoit sous l'horison : la lumiere du soleil inférieur étoit moins vive, quoiqu'également bien terminée que celle du soleil supérieur (2). On vit aussi en 1674 deux soleils dans le même vertical; celui qui étoit au-dessus paroissoit donner naissance à une verge rouge qui s'élevoit en l'air au-dessus de ce soleil : on observoit un brouillard mince, au-dessous duquel paroissoit la parélie; enfin le véritable soleil descendit dans cette parélie, & passa sous l'horison (3).

§. MMCCCCLXXIV. On remarque aussi quelquefois des parasélenes autour de la lune, qui ont des queues & des cercles colorés, semblables à ceux dont nous venons de parler, en traitant des parélies. *Cn. Domitius, C. Fannius Coss*, ont observé trois lunes, que plusieurs appellent soleils de nuit (4). *Eutrope* & *Cuspinian* nous apprennent qu'on avoit vu trois lunes à Orimini, 234 ans avant la naissance de J. C. On en observa de semblables en Angleterre l'an 1118. *Garcæus* fait mention d'un semblable phénomene qu'on observa en 1312, 1314, 1549. *Cassini* observa en France un même phénomene l'an 1693. J'en vis un pareil en Hollande en 1735. Mais on en vit un très beau en France le 20 Octobre de l'année 1747 (5).

Le ciel se couvrit le soir d'un mince brouillard, à travers lequel la lune paroissoit couleur de feu; à huit heures 40′ le brouillard étoit grossierement dispersé, mais le ciel étoit couvert d'une nuée blanchâtre : dans ce moment un *halo* A B C D [*Tab.* 63. *fig.* 6.] entouroit la lune; on remarquoit encore

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1722. (2) Bouguer, Voyage au Pérou, pag. 12. (3) Philos. Trans. n. 102. (4) Plin. in Hist. Nat. Lib. 2. cap. 32. (5) Philos. Trans. n. 489.

autour 4 segmens de cercle, dont deux, savoir E A F & G H avoient 10 degrés de longueur, concentriques, & dont le centre commun étoit au zénith: le segment de l'arc I P L, qui répondoit à la partie boréale du ciel, étoit de 7 degrés, & concentrique au grand cercle de la lune; la lune étoit le centre commun de ces cercles: enfin l'arc M C N, qui étoit tourné du côté de l'horison, étoit de 12 degrés.

Outre les cercles que nous venons de décrire, on remarquoit la parasélene B semblable à une parélie: son diametre étoit = 35′; elle avoit une queue B P opposée à la lune: la lumiere de cette queue varioit continuellement; elle s'étendoit jusqu'à l'arc I P L, qui, de même que l'arc G H, étoit éloigné de 4°. de l'arc lunaire A B C D.

Les couleurs de la parasélene étoient moins vives que ne sont ordinairement celles des parélies; ces couleurs s'évanouissoient au côté qui répondoit à la lune. Cette parasélene paroissoit à une même hauteur que la lune, & sa queue étoit si mince, qu'on pouvoit distinguer à travers, les étoiles qui lui répondoient. Le cercle lunaire A B C D étoit plus pâle vers la partie australe; il ne parut rien de nouveau de ce côté, & ce fut ainsi qu'on put l'observer à 9 heures 18′: le ciel se couvrit ensuite de nuages qui se dissiperent à 9 heures 32′, moment où ce météore se fit observer d'une autre maniere. En effet, on remarquoit alors le cercle lunaire A B C D [*Tab.* 63. *fig.* 7.], & un petit arc Q R de 4 degrés, situé à la partie australe & concentrique au cercle de la lune: on voyoit aussi alors deux parasélenes, une en D à la partie australe, & une autre en B à la partie boréale. Ces deux nouvelles parasélenes n'avoient point une lumiere aussi vive & aussi éclatante que la premiere, & ne paroissoient pas aussi distinctement que la premiere; mais le cercle lunaire brilloit d'une lumiere très vive: toutes ces apparences disparurent à 9 heures 50′, & le ciel devint alors serein par degrés. On vit la même nuit, à Berlin, un cercle qui entouroit la lune; mais on n'observa point de parasélenes.

Il est hors de doute que ces phénomenes n'ont point d'autre cause que celle des parélies; ainsi on les expliquera & on en rendra raison de la même maniere.

§. MMCCCCLXXV. On observe quelquefois une queue droite lumineuse, qui paroît adhérente au soleil levant & au soleil couchant [*Tab.* 63. *fig.* 8.], cette queue est perpendiculaire à l'horison, & de même largeur que le soleil: elle a 9 à 10 degrés de longueur; elle paroît jaune, de même que seroit la queue d'une iris. Ce phénomene s'observe lorsque le ciel est couvert de petits nuages de peu de densité, & paralleles à l'horison, semblables à de petites bandes noires déchirées vers leurs extrêmités, qui n'empêchent cependant point que le soleil ne paroisse très brillant. *Cassini* observa un semblable phénomene en 1672, 1692 (1). Il fit cette observation après le coucher du soleil. *De la Hire* fit une pareille observation le 11 Mai 1702, ainsi que M. *Ellis* (2) à la Baie d'Hudson (3).

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1702.

(2) Ellis Voyag. to Hudson's Baye. p. 172 & 287.

(3) L'observation faite par M. *de la Hire*, marque que les bandes noires paroissoient sur les bords du soleil, & non vers les extrêmités des nuages, qui n'empêchoient point de

§. MMCCCCLXXVI. *Feuillée* voyageant sur les rives du fleuve de la Plata en Amérique, & observant le soleil levant, remarqua dans la partie du ciel qui répondoit au soleil, des nuages très hauts, très rares, & paralleles à l'horison, par les intervalles desquels on voyoit un ciel bleu. Trois minutes après, le soleil s'éleva au-dessus du fleuve: mais on ne pouvoit pas alors distinguer le limbe inférieur du soleil: cet astre s'élevant ensuite plus haut, formoit en s'élevant une colonne lumineuse qui partoit du limbe supérieur, & se portoit directement vers la terre: cette colonne empêchoit de distinguer le limbe inférieur du soleil; sa largeur étoit égale au diametre du soleil: elle subsistoit encore lorsque cet astre étoit élevé de 6 degrés; elle prit ensuite une forme conique, dont la base étoit tournée vers la terre, & dont le sommet paroissoit au limbe supérieur du soleil: mais les nuées se dissipant ensuite, ce phénomene disparut insensiblement (1). Cette colonne étoit semblable à la précédente, avec cette différence néanmoins, que la derniere paroissoit adhérente au soleil, en forme de queue.

§. MMCCCCLXXVII. Les Journaux des Savans font mention, & des cercles qu'on a observés quelquefois autour du soleil, & des croix qu'on a vues dans cet astre, comme on l'observa dans le tems que le grand *Constantin* se préparoit à livrer la bataille à *Maxence.* On rapporte [*Tab.63.fig.9.*] que le 17 Mai de l'an 1677, on observa une pareille croix blanche dans la lune, dont un croisillon étoit parallele, & l'autre perpendiculaire à l'horison; la longueur de chaque bras de ces deux croisillons étoit d'environ 12 degrés, & se terminoit d'une maniere insensible (2).

§. MMCCCCLXXVIII. Le célebre *Frisch* observa en 1729 un cercle de trois couleurs qui entouroit le soleil; ces couleurs étoient disposées de maniere que la rouge étoit la plus extérieure, la jaune tenoit le milieu, & la blanche étoit intérieure: ce dernier anneau étoit éloigné du soleil à la distance de deux diametres solaires; il remarqua outre cela un autre cercle blanc qui passoit par le soleil, & deux autres demi cercles blancs plus petits, qui prenoient de part & d'autre leur origine dans le soleil, & qui étoient dans le plan du plus grand cercle.

§. MMCCCCLXXIX. Le soleil paroît quelquefois darder une lumiere semblable à des verges, qui s'étendent depuis les nuées jusqu'à la terre, en maniere de cône, & qui ont leur plus grande largeur près de notre globe: on les voit ordinairement après midi, lorsque la chaleur est passée. Ce phénomene s'observe lorsque les nuages dérobent la lumiere du soleil au spectateur: dans ce tems plusieurs rayons éloignés les uns des autres se font jour par les interstices étroits que les autres nuages laissent entr'eux, & parviennent jusqu'à la terre: ces rayons rencontrent sur leur passage les vapeurs qui s'élevent de la terre, se réfléchissent & frappent plus fortement la vue lorsqu'on les regarde latéralement; de même que lorsqu'on introduit dans une chambre obscure un rayon de soleil, nous voyons les petits corpuscules se

voir le soleil fort clairement: *ils y faisoient*, dit-il, *de petites bandes noires & des déchirures vers les bords.*

(1) Feuillée Journal des Observations, Tom. 1. pag. 240.

(2) Journ. des Sav. ann. 1677, p. 177.

mouvoir en toutes ſortes de ſens, les uns de bas en-haut, les autres de haut en-bas & de tous côtés : or lorſqu'on regarde alors de côté les rayons lumineux, ceux qui ſont réfléchis par ces petits corpuſcules, nous paroiſſent ſous la forme de verges dont nous venons de parler.

CHAPITRE XLIII.

Des Météores ignés.

§. MMCCCCLXXX. Après avoir traité des principaux météores aqueux, nous allons parler de ceux qu'on nomme ignés. On doit bien prendre garde ici de ne pas confondre les phénomenes lumineux & non ignés avec ceux qui brûlent réellement; car il s'en trouve quelques-uns qui brillent & qui frappent plus fortement la vue que d'autres qui brûlent : tels ſont, par exemple, les météores dont nous venons de parler, les parélies : on voit même quelquefois des nuages qui réfléchiſſent plus fortement la lumiere de la lune, & qui nous offrent des phénomenes qui paroiſſent plus ardens que certaines aurores boréales. On doit auſſi ne pas confondre les météores ignés avec les crépuſcules du matin & du ſoir, avec les traits lumineux de la voie lactée, ou avec la lumiere du Zodiaque, obſervée par MM. *Caſſini*, *Fatius*, *Kirchius*, *Eimmart* (1), & que M. *de Mairan* a ſi bien décrite (2).

§. MMCCCCLXXXI. Les crépuſcules du matin & du ſoir dépendent de l'air & des vapeurs qui flottent dans ſon ſein, qui nous renvoient la lumiere que le ſoleil lance ſur elles; cette portion d'air ainſi éclairée par la lumiere du ſoleil, eſt d'une aſſez grande étendue; car le crépuſcule du ſoir ne ceſſe de ſe faire obſerver que lorſque le ſoleil eſt à 18 degrés au deſſous de l'horiſon : c'eſt donc une portion circulaire de l'atmoſphere de 36 degrés de diametre qui fait la matiere du crépuſcule ; par conſéquent lorſque le ſoleil eſt à l'horiſon, le diametre du crépuſcule ſera dans l'horiſon : il ſera outre cela, parallele à ce cercle, & de 36 degrés; mais le rayon vertical ſur l'horiſon, ſera de 18 degrés. Lorſque le ſoleil deſcendra au-deſſous de l'horiſon, le crépuſcule ſuivra le ſoleil, & formera ſur l'horiſon comme une eſpece de ſegment de cercle, dont le diametre ſera de 36 degrés: mais ce ſegment décroîtra continuellement, à proportion que le ſoleil, qu'on peut regarder comme le centre de ce cercle, deſcendra au deſſous de l'horiſon. Il ſuit de-là que les crépuſcules du matin & du ſoir occupent chez nous pendant l'été un très grand eſpace ſur l'horiſon ; & même on peut dire que ces crépuſcules ne ceſſent point alors, puiſque le ſoleil ne deſcend point, pendant l'été, de 18 degrés ſous l'horiſon.

Comme les crépuſcules jettent une grande & vive lumiere juſqu'à la

(1) Journ. des Sav. ann. 1683, p. 131. Nouv. de la Répub. des Lett. p. 242.
(2) Traité Phyſiq. de l'Aurore boréale.

hauteur

hauteur de 18 degrés au-dessus de l'horison, on ne pourra point, ou au moins on ne pourra que très difficilement, pendant l'été, distinguer les aurores boréales de ces crépuscules, à moins que les aurores boréales ne soient plus élevées au-dessus de l'horison, ou qu'elles ne jettent une lumiere plus vive, ou à moins qu'elles ne lancent des colonnes lumineuses.

§. MMCCCCLXXXII. La lumiere zodiacale ressemble assez bien, par sa clarté, à celle qu'on remarque dans la voie lactée : cette lumiere tire sur le jaune, elle devient rouge près l'horison : elle paroît dans le Zodiaque, & elle accompagne le soleil ; & c'est ce qui a donné occasion à plusieurs de la regarder comme l'atmosphere du soleil : comme cette lumiere ne passe gueres le plan de l'écliptique, & qu'elle ne le coupe que peu obliquement, on ne la peut point toujours distinguer, si ce n'est vers la fin de l'hiver & au commencement du printems, après le coucher du soleil, ou avant son lever, pendant l'automne : on ne la peut voir que très rarement dans tout autre tems de l'année ; parceque la clarté des crépuscules du matin & du soir, étant beaucoup plus vive, obscurcit cette lumiere, & la dérobe à notre vue. On ne la voit seulement que lorsque le soleil passe directement sous l'horison ; car alors une grande partie de cette lumiere s'étend un peu obliquement sur l'horison, & c'est ce qui arrive vers la fin de Février & pendant le mois de Mars, ainsi qu'après la moitié du mois de Septembre, & au commencement d'Octobre ; mais dans les autres tems de l'année, le soleil monte trop obliquement sur l'horison, ou passe trop obliquement audessous, & cette lumiere zodiacale, qui accompagne cet astre, descendant aussi trop obliquement sous l'horison, se trouve confondue avec la lumiere des crépuscules, de façon qu'on ne peut point la distinguer. On peut aisément distinguer la lumiere du Zodiaque de celle d'une aurore boréale ; parceque lorsque cette lumiere se fait observer ici, le soleil se couche à son vrai coucher, & se leve à son vrai lever : au contraire les aurores boréales se font observer pour l'ordinaire dans la partie boréale du ciel, & elles ne s'étendent que très rarement jusqu'au Couchant, ou jusqu'au Levant. S'il arrive donc que nous observions vers la fin de Février, ou dans le mois de Mars, une lumiere vive dans la partie occidentale du ciel & auprès de l'horison, il ne faut point prendre cette lumiere pour une aurore boréale, à moins qu'elle ne brille & qu'elle ne donne d'autres signes de ce phénomene ; mais si on remarque à la partie occidentale du ciel, & après le coucher du soleil, une lumiere tranquille & claire, on pourra la regarder comme une lumiere zodiacale. Outre cela, cette lumiere se remarque mieux que toute autre, lorsqu'il y a une éclipse totale du soleil, & il faut même prendre garde alors de ne la pas confondre avec une aurore boréale.

La lumiere du Zodiaque imite assez bien la queue d'une comete, qui est formée par les exhalaisons qui s'échappent du corps de la comete, échauffée par les rayons du soleil : les parties constituantes de ces exhalaisons réfléchissent la lumiere que le soleil leur envoie, & deviennent par ce moyen lumineuses, brillantes & sensibles à l'œil ; mais elles ne sont point ignées. Il sort pareillement, & continuellement, du corps du soleil des exhalaisons qui forment une atmosphere autour de ce globe : ces exhalaisons, éclairées par la lumiere du soleil, deviennent très sensibles à la vue. Il est vraisem-

blable que cette lumiere fait partie de l'atmosphere solaire, dont la figure est sphérique : or comme le soleil se meut sur son axe, & que l'axe de ce globe n'est pas perpendiculaire au plan de l'écliptique, son atmosphere n'est point non plus dans le plan de l'écliptique ; mais elle le coupe en formant un angle de 7 $\frac{1}{2}$ degrés : & comme le soleil, ainsi que l'atmosphere qui l'enveloppe, tournent sur un même axe en 25 jours, la force centrifuge qui maîtrise cette atmosphere, doit lui donner une forme sphérique, dont la moindre hauteur doit répondre aux pôles, & la plus grande à l'équateur.

§. MMCCCCLXXXIII. Quoique le phlogistique concoure à la formation de presque tous les météores ignés, il ne s'ensuit pas pour cela qu'ils soient tous formés de la même matiere ; car différentes choses concourent à leur formation, & suivant les différentes manieres selon lesquelles elles peuvent être combinées, elles doivent produire différens effets, & conséquemment des météores différens. Quand même il seroit vrai que ces météores seroient composés des mêmes principes, ils pourroient néanmoins tous produire différens effets, suivant que leurs principes constituans différeroient entr'eux en densité, en rareté & en quantité; & par conséquent si ces météores reconnoissent différens principes, ils doivent donc à plus forte raison produire des phénomenes plus différens les uns des autres : ajoûtez à cela que l'électricité de l'air, soit qu'on la considere seule, ou mêlée avec différentes exhalaisons, doit aussi concourir à varier les effets.

§. MMCCCCLXXXIV. Les météores ignés répandent d'eux-mêmes, ou une lumiere foible, ensorte qu'ils sont plus brillans qu'ardens, ou ils jettent une lumiere forte & resplendissante, ensorte qu'ils sont ardens : il faut rapporter aux premiers les aurores boréales, & toutes leurs especes, & aux derniers les éclairs, la foudre, ces especes de flambeaux allumés qu'on remarque dans les cieux, & tous les autres semblables. Nous commencerons par ceux qui ne répandent qu'une lumiere foible.

§. MMCCCCLXXXV. Les Anciens ont donné à ces lumieres différens noms, qui s'accordent mieux avec leurs figures, qu'ils ne font connoître leur véritable cause. Quoique ces lumieres puissent avoir pour cause une matiere similaire, il peut se faire que cette matiere soit fort différente dans les unes & dans les autres, à cause de la prodigieuse quantité d'exhalaisons terrestres, qui peuvent devenir lumineuses & briller lorsqu'elles sont embrâsées. On donne le nom de *poutre* à une lumiere oblongue qui paroît dans l'air, & qui est parallele à l'horison. Cette même lumiere s'appelle *fleche*, *lance*, *javelot*, lorsqu'elle se termine en pointe ; elle a quelquefois deux lieues de largeur, & le vent la fait mouvoir lentement (1) : quelquefois elle demeure immobile dans l'air, & dans ce cas on la nomme *colonne*. On donne le nom de *torche* à une lumiere qui se tient suspendue en l'air de toutes sortes de manieres, mais qui a une de ces extrêmités plus large que l'autre (2). On appelle *chevre dansante* une lumiere à laquelle le vent fait prendre différentes figures, & qui paroît tantôt rompue, tantôt en son entier.

(1) Hist. de l'Académ. Roy. ann. 1705. Morton. Hist. Natur. Northampton. pag. 349.
(2) Seneca. Quest. Nat. Lib. 1. cap. 1. Manilius. Lib. 1. Astron. 2.

On nomme *bothynoé* ou *antre*, une masse d'air qui paroît creusée en-dedans comme une profonde caverne, & qui est entourée d'une espece de couronne. On appelle *pithie* ou *tonneau* une lumiere qui se présente sous la forme d'un gros tonneau rond, & qui paroît brûler.

§. MMCCCCLXXXVI. Depuis qu'on a appris à mieux connoître dans ce siecle les aurores boréales, j'ai commencé à soupçonner que toutes ces différentes lumieres que je viens de rappeller (§. 2485), étoient des especes d'aurores boréales. En effet, j'ai souvent observé dans l'air des nuages de différentes formes, qui répandoient une lumiere tranquille, auxquels j'aurois du donner les noms anciens, en ne faisant attention qu'à leur figure; mais ces nuages étoient des aurores boréales, comme j'ai tout lieu de le croire, 1°. par rapport à l'espece de lumiere qu'ils répandoient; 2°. parceque qu'ils se faisoient observer du côté du Nord, ou qu'ils venoient de ce côté: 3°. parceque quelques-uns, après avoir répandu pendant quelque tems une lumiere tranquille, lançoient des colonnes de même que les aurores boréales. J'ai été confirmé dans cette opinion par l'observation que je fis le 27 de Février de l'année 1750. J'observai donc entre 9 heures $\frac{1}{2}$ & 10 heures $\frac{1}{2}$ une poutre lumineuse, qui s'étendoit selon toute la longueur du ciel de l'Orient à l'Occident: cette poutre formoit un trait lumineux, tout-à-fait isolé, ayant une largeur égale à celle d'un arc-en-ciel, un vent du Nord la poussoit lentement vers le Midi; on la voyoit ensuite serpenter & former différens contours: sa lumiere étoit plus vive au milieu que vers les bords; elle commença à se terminer en pointe vers l'Occident, elle se rompit ensuite en trois ou quatre parties: on la voyoit quelquefois agitée d'un petit mouvement de frémissement & intestin; elle se dissipa ensuite tout-à-coup du côté de l'Orient: cette lumiere se portant après vers le Midi, s'augmenta par l'addition d'une autre lumiere, jusqu'à ce que la partie australe & boréale du ciel, ainsi que la partie intermédiaire occidentale, fût tout-à-fait remplie d'une lumiere boréale. On a encore observé une lumiere semblable à celle que les Anciens nommoient *poutre*; elle avoit 2 $\frac{1}{2}$ degrés de largeur, 110 ou 120 de longueur: elle étoit moins bien terminée vers ses deux extrêmités que vers ses bords; elle ressembloit à une colonne d'aurore boréale; mais on ne lui remarquoit aucun mouvement de vibration, & elle étoit diaphane: une demi-heure après, son milieu devint opaque, & après s'être séparée en deux parties, elle disparut (1). *Kraff* observa à Petersbourg des lumieres dont la vivacité étoit telle, que la lumiere de la lune, ni celle du soleil, n'auroit pu les faire disparoître; il vit même avant le coucher du soleil une lumiere qui, par sa figure, représentoit une poutre garnie de rameaux, & qui étoit ornée de différentes couleurs (2). Il n'est pas facile de distinguer ces sortes de nuages, à moins qu'on ne se soit appliqué pendant long-tems à observer des aurores boréales, & qu'on n'examine, avec toute l'exactitude possible, si ces nuages ne sont point éclairés par le soleil, ou par la lune.

§. MMCCCCLXXXVIII. On peut distinguer les aurores boréales en deux especes; savoir, en celles qui ont une lumiere douce & tranquille, & en

(1) Philosoph. Transact. n. 456. pag. 347. (2) Orat. de Boreal. Climat. prærogat. pag. 21.

celles dont la lumiere est très resplendissante. On peut rapporter à la premiere espece les météores dont j'ai parlé (§. 2486), ainsi que cette aurore boréale qui fut observée en France, le 9 Octobre de l'année 1730, par MM. *Cassini* & *de Mairan*; cette aurore étoit disposée horisontalement, & s'étendoit du Septentrion au Midi, sans former aucune colonne, ni aucuns jets, elle se divisa en deux parties vers son milieu, & elle se dissipa en formant deux lumieres ovales (1).

§. MMCCCCLXXXVIII. Il faut encore rapporter ici ce phénomene qu'on observa en 1737 en Russie, en Allemagne, en Hollande, en Italie: la partie occidentale du ciel parut tout en feu sur les 7, 8 & 9 heures : cette lumiere étoit aussi vive que celle de la lune lorsqu'elle est dans son plein, & qu'elle darde les rayons qu'elle réfléchit à travers un brouillard mince & léger : on vit pendant toute la nuit une aurore boréale resplendissante, en Italie & en Hollande; mais elle ne parut point resplendissante en Allemagne, ni en Russie, parceque le ciel étoit couvert de nuages, néanmoins il ne parut pas moins enflammé par-tout (2)

De l'aurore boréale resplendissante.

§. MMCCCCLXXXIX. L'*aurore boréale resplendissante* forme la seconde espece que nous venons d'assigner : c'est la même que celle qu'on connoît sous les noms d'*aurore boréale*, de *pharus*, de *syrmata*, de *lumieres boréales*, & en Hollande sous le nom de *noorderlicht*. On lui donne ces différens noms, parcequ'elle a coutume de se faire observer dans la partie boréale du ciel. Ce phénomene n'est point un nouveau météore; il a été connu des Anciens, & on en trouve la description dans *Aristote* (3), *Tite-Live* (4), *Pline* (5), *Seneque* (6), & dans quantité d'autres Auteurs qui ont écrit après ceux que nous venons d'indiquer. Des Auteurs plus récens, tels que *Aldrovandus* (7), *Marcellus Squarcialoup*, l'ont très bien décrit (8), & après eux *Gassendi* (9), *Olaus*, *Reomer*, *Seidier*, *Kirchius* (10), *Morton* (11), & plusieurs autres encore. *Frobesius* (12), ainsi que M. *de Mairan*, nous en ont donné un Catalogue exact. J'en ai observé 720 à Utrecht & à Leyde. Ce phénomene ne s'est manifesté que très rarement dans la partie la plus cultivée de l'Europe, & qui est plus éloignée du pôle boréal, si nous en exceptons l'année 1707. On vit néanmoins des aurores boréales à Coppenhague,

(1) Histoire de l'Académie Royale, année 1730.
(2) Weidlerus in Commentar. de Parheliis.
(3) Meteorologie. Lib. 1. cap. 4, 5.
(4) Lib. 3 cap. 5. & cap. 10.
(5) Hist. Nat. Lib. 2. cap. 26.
(6) Quæstion. Nat. Lib. 1. cap. 15.
(7) Historia Monstrorum. pag. 733.
(8) Differt. de Cometis. pag. 78.
(9) In Vita Peirescii & in Commentar. ad Diogen. Laertium.
(10) Acta Berolin. Tom. 1. pag. 132, 133. fig. 33, 34, 35.
(11) Nat. Hist. Northamptons, Cap. 5. pag. 350.
(12) Nova & Antiq. Aur. Boreal. spectacula.

à Berlin, à Sconbergen (1), depuis l'année 1716, tems où ce phénomene commença à paroître tout-à-coup, & à se faire observer très fréquemment, d'une maniere plus vive, plus lumineuse, en Angleterre, en Allemagne, en Hollande, quoiqu'on l'observe très fréquemment dans les Pays septentrionaux; car dans les Isles Orcades & dans l'Islande, qui en est très proche, on le remarque toutes les nuits, depuis le solstice d'hiver jusqu'au printems, ainsi que *Preston* (2) & plusieurs autres nous l'assurent. Le célebre *Kraff* assure en avoir observé presque tous les jours dans les régions qui sont situées près l'axe de la terre (3). *Hans Egede* dit qu'il en paroît régulierement après la nouvelle lune (4). *Midleton* rapporte qu'il se passe rarement une nuit, pendant l'hiver, sans qu'on observe d'aurore boréale, dans l'Amérique septentrionale, auprès du fleuve Cherchil (5). *Ellis* atteste la même chose (6). Cependant il est certain, par les observations de *Barman* & de *Celsius*, que les aurores boréales qui répandent une lumiere éclatante, étoient autrefois très rares en Suede; mais que cet Astronome s'étant déterminé à les examiner exactement, en remarqua 316 depuis l'année 1716 (7). On en a aussi observé très fréquemment en Bretagne & en Allemagne, plus rarement en France, & très rarement en Italie; car avant l'année 1722, on ne trouve presque point d'Italien qui en ait observé, & depuis cette époque, on n'en a observé que deux ou trois à Bologne; & on voit par les Commentaires de Bologne, qu'on regarde ce phénomene comme très rare en Italie (8). En effet, l'aurore boréale qui parut en ce Pays dans l'année 1727, est la premiere qu'on se ressouvienne y avoir été observée; ce qui fit que *Poleni*, *Baldini*, *Boselini*, *Zanotti*, l'observerent avec toute l'attention possible, & la décrivirent avec la plus grande exactitude (9). On commença aussi à observer ce phénomene à Constantinople l'année 1754 (10); car j'imagine qu'on doit plutôt rapporter à l'aurore boréale qu'à la foudre, le phénomene qu'on y observa, quoiqu'il pût se faire que la foudre en fît partie. On observa à la partie du ciel qu'on appelle le vrai Occident, une nuée oblongue, noire, épaisse, qui lançoit des flammes ignées, vives, brillantes : ces flammes partoient directement en en haut; on en voyoit quelques-unes qui étoient obliques, elles ressembloient quelquefois à des lames de feu, elles étoient accompagnées d'une fumée bleue & sulfureuse, & on entendoit ensuite du bruit : cette nuée se porta après cela rapidement au Septentrion, & occupa l'hémisphere boréal. Le bruit subsista encore; il ressembloit assez à celui du tonnerre, : il tomba ensuite de la grêle, qui fut suivie de la pluie, pendant laquelle la nuée se porta à l'Orient, en lançant continuellement des

(1) Philos. Trans. n. 547.
(2) Philosoph. Transact. n. 473.
(3) In Orat. de Boreal. Climat. prærogat. pag. 21.
(4) In Descript Groenland. Cap. 4.
(5) Philosoph Transact. n. 465.
(6) Voyag to Hudson's Bay, pag. 172.
(7) Observation de Lumine Boreali.
(8) Comment Bonon. Vol. 1. pag. 285.
(9) Poleni Supra l'Aurore Boreale.
(10) Philosoph. Transact. Vol. 49. Part. 1. pag. 119.

flammes brillantes, jusqu'à ce qu'elle fut entierement consommée ; ce qui n'arriva que dans l'espace d'une heure.

J'ai observé moi même des aurores boréales dans tous les mois de l'année, j'en ai vu plus fréquemment dans les mois de Mars, Avril & Mai; & voici le nombre de celles que j'ai observées pendant l'espace de 29 ans.

Janvier,	Février,	Mars,	Avril,	Mai,	Juin,	Juillet,
49	47	92	103	110	34	37

Août,	Septembre,	Octobre,	Novembre,	Décembre.
59	64	74	47	34.

§. MMCCCCXC. Les aurores boréales ne sont pas toujours accompagnées des mêmes phénomenes : on remarque une grande différence entre une aurore boréale & une autre. Quelquefois le ciel est tout-à-fait serein, si nous en exceptons la lumiere que ce phénomene y répand : quelquefois on remarque plusieurs nuages qui s'y trouvent en même-tems, & voici la disposition de ces nuées. Dans la région de l'air qui est directement vers le Nord, ou qui s'étend du Nord vers l'Orient, ou vers l'Occident, on voit paroître une nuée horisontale, ou qui s'éleve en différens tems de quelques degrés, quelquefois de 20, mais rarement de 40 au dessus de l'horison, quoiqu'on ait observé à Philadelphie que le sommet de cette nuée étoit élevé de 47 degrés (1). Il arrive aussi que la nuée est séparée de l'horison, & on voit alors entre l'une & l'autre le ciel d'une couleur bleue & fort clair. La nuée occupe en longueur une partie de l'horison, quelquefois depuis 5 degrés jusqu'à 100, & même davantage. Cette nuée est blanche, peu brillante, mais plus souvent épaisse & noire. Son bord supérieur est parallele à l'horison ; elle paroît aussi recourbée en maniere d'arc, ressemblant à un disque orbiculaire qui s'éleve un peu au-dessus de l'horison. Quelquefois on remarque, au bord supérieur de cette nuée noire, une bande large, concentrique, blanche, ou plus brillante, quelquefois bleue, suivie d'une autre bande brillante, couleur de feu, ou d'un rose fort vif : outre cela on observe au bord inférieur de cette nuée noire une bande lumineuse adhérente à ce bord, à moins que ces deux bandes lumineuses n'aient appartenu à deux différentes nuées noires, un peu distantes l'une de l'autre, & dont l'une ait été plus élevée que l'autre au-dessus de l'horison, comme il y a tout lieu de le conclure, suivant quelques autres observations (2).

Le célebre *Poleni* observa dans l'aurore boréale qui parut en 1737, un second limbe deux fois plus haut que le premier, & un troisieme deux fois plus haut que le second.

§. MMCCCCXCI. On remarque aussi quelquefois que la partie sombre de la nuée se change en une nuée blanche & lumineuse lorsque l'aurore boréale a brillé pendant quelque tems, & qu'elle a dardé plusieurs verges ar-

(1) Acta Suecica. Tom. 14. p. 159. (2) Misscellan. Berolin. Tom. 1. p. 132.

dentes; mais on obſerve auſſi que cette nuée blanche redevient quelquefois noire & épaiſſe. On remarque encore quelquefois que la nuée ſe diviſe en pluſieurs parties. *Poléni* rapporte que celle qu'il obſerva ſe diviſa en deux parties. Le ciel paroît plus brillant au deſſus du limbe ſupérieur de la nuée, que dans tout autre endroit plus élevé; mais cette lumiere varie continuellement: tantôt elle augmente, tantôt elle diminue; ce qui vient de ce que la portion d'air qui eſt au-deſſus de la nuée où on remarque l'aurore boréale, ainſi que celui qui eſt compris entre la nuée & le ſpectateur, ſont éclairés par la lumiere de cette aurore, & que celui qui en eſt plus proche, eſt plus éclairé que celui qui en eſt plus éloigné. On obſerve quelquefois dans la partie de la nuée qui brille, des endroits qui ſont plus lumineux les uns que les autres: ces endroits jettent une lumiere blanche ou rouge, & ils conſervent plus ou moins long-tems cette lumiere, & lorſque ceux-ci perdent de leur lumiere, elle reparoît dans d'autres endroits; & cela fait alors le même effet que ſi ces nouveaux endroits devenoient plus lumineux que les autres.

§. MMCCCCXCII. Il part du bord ſupérieur de la nuée des rayons ſous la forme de jets, qui ſont quelquefois en grand nombre, quelquefois en petit nombre, tantôt les uns proches des autres, tantôt à quelques degrés de diſtance. Ces jets répandent une lumiere fort éclatante, & reſſemblent à une liqueur brillante & éclatante qui ſortiroit d'une fontaine. Le jet brille davantage & a moins de largeur à l'endroit du limbe d'où il part: il ſe dilate davantage, devient plus large & moins brillant, à meſure qu'il s'éloigne de ſon origine Lorſque ce jet brillant ſe trouve hors de la nuée, il part d'abord du même endroit une matiere qui eſt comme le reſte du jet, & qui reſſemble à la fumée qui n'eſt point encore en feu; cette fumée eſt ſuivie d'une autre matiere plus ardente & plus brillante, & cela repréſente aſſez le même phénomene que s'il ſortoit, de l'eau avec violence d'un tuyau de fontaine, & que l'air, venant à ſe répandre çà & là au milieu de ce rayon d'eau, & à en troubler la régularité, le forçât de ſe mouvoir par ſauts & par bonds. On vit en 1741 des jets opaques & noirs qui s'élançoient d'une nuée noire, à laquelle ils paroiſſoient adhérens, & qui étoient auſſi proches les uns des autres que ſi la matiere qui les formoit eût été pouſſée à travers les dents d'un peigne: ces jets s'élevoient juſqu'au zénith, ils ſe diſſiperent enſuite ſans former la moindre nuée: tout le reſte de l'étendue du ciel demeura très ſerein. Cette matiere lumineuſe qui s'échappe ainſi d'une nuée, en ſort avec une très grande vîteſſe. Il s'éleve quelquefois d'une large ouverture de la nuée une colonne lumineuſe, mais dont le mouvement eſt lent & uniforme, & qui devient plus large à meſure qu'elle avance, toutes ſes parties ſe tenant liées les unes aux autres, & attachées au bord de la nuée ſans ſe rompre, enſorte qu'elle reſte dans cet état l'eſpace de 10 ou 20 ſecondes, & même plus, car j'en ai vu qui duroient 4 ou 5 minutes; mais cela arrive plus rarement. Il eſt auſſi aſſez rare de voir de ces colonnes dont la baſe la plus large ſoit attachée à la nuée, & qui aille en montant ſe terminer en pointe. J'en ai obſervé de cette eſpece en Hollande: on en a auſſi vu de ſemblables dans l'Amérique ſeptentrionale, & on leur donne le nom de pyramides. Il y a auſſi des colonnes qui ne donnent plus de lumiere auſſi-tôt qu'elles ſont hors du bord de la nuée; mais

elles commencent à luire dès qu'elles en ſont un peu éloignées : ces colonnes-là ne tiennent point au bord de la nuée; mais elles paroiſſent être des productions de l'air ſerein. On remarque certaines colonnes qui ſe tiennent perpendiculairement au-deſſus de l'horiſon : d'autres encore ſont courbées, & forment une eſpece d'arc ; d'autres enfin paroiſſent être lancées hors du centre de la nuée : elles ſont de différentes longueurs ; j'en ai obſervé de 4 à 5 degrés hors du bord de la nuée. Lorſqu'elles ſont pouſſées avec beaucoup de rapidité, elles ſe rendent juſqu'au zénith du ſpectateur, & celles dont le mouvement eſt encore plus rapide, vont au-delà de ce zénith, & vont même juſqu'à l'horiſon méridional. Elles ne montent pas toujours directement de la nuée vers le zénith; elles ſe portent auſſi latéralement, ſur-tout ſi la nuée lumineuſe ſe trouve ſuſpendue entre le Septentrion & l'Orient, ou l'Occident. M. *Kirch* a obſervé que l'endroit où ſe raſſembloient les colonnes qui venoient de tous les côtés, déclinoit de 29 degrés du zénith vers le Sud. Néanmoins le célebre *Lomonoſcow* en a obſervé qui s'élevoient directement vers le zénith, & qui y parvenoient preſque; il fit cette obſervation en 1750. La lumiere de ces colonnes eſt blanche, rougeâtre, ou de couleur de ſang ; mais lorſqu'elles avancent, elles changent un peu de couleur, de ſorte qu'elles reſſemblent aſſez bien alors à un arc-en-ciel. Lorſque pluſieurs colonnes, qui ſont parties de différens endroits, ſe rencontrent au zénith, elles ſe confondent les unes avec les autres; & par ce mêlange, leurs parties ſe pénetrent, elles ſe diviſent & roulent de toutes ſortes de manieres les unes dans les autres, de ſorte qu'elles forment alors une petite nuée fort épaiſſe, qui ſe mettant dabord en feu, brûle avec plus de violence, & répand une lumiere plus vive que ne faiſoit auparavant chaque colonne ſéparément : cette lumiere devient alors verte, bleue & pourpre; & venant à abandonner auſſi-tôt ſa premiere place, elle ſe porte vers le Sud ſous la forme d'un petit nuage clair. MM. *Halley* (1) & *de Mairan* (2) ont obſervé que ces colonnes qui ſe raſſemblent, s'arrêtent quelque tems, & forment dans leur centre comme une eſpece de voûte, dont le milieu ſemble être percé : de nouvelles colonnes ſuivent quelquefois, & de fort près, les premieres qui ſe ſont diſſipées ; mais il arrive auſſi qu'il s'écoule quelque tems avant qu'il en ſorte de nouvelles de la nuée, & le foyer paroît languiſſant pendant quelques minutes. Ces colonnes lumineuſes ſont ſi rares, qu'on voit luire à travers les étoiles de la premiere & de la ſeconde grandeur. On apperçoit auſſi les étoiles à travers le limbe blanc de la nuée, & je les ai même vues à travers la nuée noire, quoique cela arrive rarement. Les colonnes ſe diſſipent ſouvent inſenſiblement dans l'air, de ſorte que le ciel paroît enſuite fort ſerein dans la partie méridionale. J'ai cependant obſervé que de nouvelles colonnes ſuccédoient, lorſqu'on s'y attendoit le moins, à celles qui s'étoient diſſipées. J'ai encore remarqué que les colonnes ſe changeoient auſſi en nuées lumineuſes, qui étoient portées du Nord au Sud; & c'eſt pour cela que lorſque ce phénomene a ſubſiſté pendant quelque tems, une grande partie du ciel ſe couvre de nuées rares.

§. MMCCCCXCIII. Il ſort quelquefois de la nuée lumineuſe une matiere

(1) Philoſ. Tranſ. n. 347. (2) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1726.

ardente, qui eſt pouſſée avec une très grande rapidité; cette matiere eſt ſi rare, qu'elle ne dérobe pas même à nos yeux les étoiles de la ſixieme grandeur. Cette matiere, tantôt luiſante, tantôt éteinte à des diſtances égales, paroît former comme des eſpeces d'ondes, qui ſont opaques én montant, & luiſantes en deſcendant. Ne ſeroit-ce pas à ce météore que les Anciens auroient donné le nom de *chevre danſante*? J'ai obſervé une fois que cette matiere rempliſſoit un grand eſpace dans l'air, qu'elle s'avançoit directement & ſe portoit même au-delà du zénith. J'ai obſervé auſſi qu'il ſe détachoit du bord de la nuée lumineuſe, des morceaux qui formoient de petits nuages lumineux qui étoient portés du Nord au Sud; mais il n'en ſortoit point alors de colonnes.

§. MMCCCCXCIV. On ne voit point toujours ſortir de la nuée des colonnes de feu; car il arrive quelquefois que toute l'étendue de l'horiſon, qu'on peut appercevoir, paroît ardente & très lumineuſe: on voit auſſi ſortir de cette lumiere de petites colonnes très brillantes & très reſplendiſſantes; ce qui peut venir de ce que la nuée, qui eſt compoſée de matiere combuſtible, & qui eſt alors le foyer de cette lumiere, eſt alors cachée ſous l'horiſon, ou de ce qu'elle eſt ſi mince & ſi rare, qu'on ne peut point la diſtinguer à l'œil.

§. MMCCCCXCV. On voit quelquefois des colonnes ou des verges lumineuſes qui s'élevent avec bruit dans l'air. Nos pêcheurs de baleine aſſurent avoir entendu diſtinctement ce bruit dans le Groenland. Pluſieurs Obſervateurs exacts qui ont obſervé ce phénomene en Suede, nous ont aſſuré la même choſe (1). Pluſieurs néanmoins affirment le contraire: ce qu'il y a de conſtant, c'eſt que perſonne, en Hollande, n'a encore entendu ce bruit.

§. MMCCCCXCVI. Ce phénomene dure quelquefois toute la nuit: on le voit même ſouvent deux, trois, & pluſieurs nuits de ſuite. Je l'ai obſervé depuis le 22 de Mars juſqu'au 31 du même mois, en l'année 1735. J'ai vu néanmoins des aurores boréales qui ne duroient que quelques minutes.

§. MMCCCCXCVII. Lorſqu'une aurore boréale paroît dans un endroit, on ne la voit pas toujours dans un endroit voiſin, quoiqu'il n'y ait qu'une diſtance de quelques milles entre l'un & l'autre: on remarque auſſi qu'il y a différentes aurores boréales en différens endroits; c'eſt ce qu'on obſerva d'une maniere très manifeſte en 1730, à Toulouſe & à Paris: car à Toulouſe l'aurore boréale étoit au Couchant d'été, tandis qu'on en obſervoit une à Paris au Levant d'été. Or ſi ce météore eût été le même, on l'eût obſervé au même endroit dans l'une & dans l'autre Ville (2). Il arrive auſſi quelquefois que la matiere qui produit cette lumiere, eſt ſi abondante, qu'elle ſe trouve répandue dans preſque toute l'Europe, & qu'on peut l'y obſerver dans le même tems. Telle fut l'aurore boréale qui parut le 17 de Mars de l'année 1716, ainſi que celle qui ſe fit voir le 19 Octobre de l'année 1726, & le 16 Novembre de l'année 1729, dont le célebre *Weidler* nous a donné une très belle deſcription (3). Il paroît cependant, par les deſcriptions qu'on nous en

(1) Acta Litteraria Sueciæ. ann. 1731. (2) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1731. (3) Comment. de Aurora Boreali.

a données, que ces météores sont accompagnés de phénomenes bien différens dans les différens Pays où on les observe.

§. MMCCCCXCVIII. La nuée qui sert de matiere à l'aurore boréale, subsiste souvent plusieurs heures de suite, sans qu'on y remarque le moindre changement; car on n'observe point qu'elle s'éleve au-dessus de l'horison, ni qu'elle descende: quelquefois elle se meut un peu du Nord à l'Est, ou à l'Ouest. Quelquefois aussi elle s'étend beaucoup plus loin de chaque côté, c'est-à-dire, vers l'Est & l'Ouest en même-tems; & il arrive alors qu'elle darde de toutes parts beaucoup de colonnes lumineuses. On a encore remarqué qu'elle s'élevoit au-dessus de l'horison, & qu'elle se changeoit entierement en une nuée blanche & lumineuse; mais cette aurore est accompagnée de phénomenes bien différens dans le Groenland, la Laponie, & dans la Moscovie: car différens Observateurs qui ont été dans ces endroits, ont observé que cette lumiere paroissoit occuper également la partie septentrionale & la partie méridionale du ciel; ainsi qu'on en peut juger par les exactes descriptions que MM. *de Maupertuis* (1), *Delisle* (2) nous ont données de ce phénomene, & par celle du célebre *Lomonoscow*, qui confirme ce que ses prédécesseurs ont avancé (3). Ce dernier Astronome observa vers le Nord un arc très lumineux, & une colonne couleur de rose qui sortoit de la partie occidentale, & qui s'étendoit jusqu'au zénith: il remarqua en même tems un autre arc rougeâtre situé dans la partie méridionale, d'où partoient des colonnes pareillement couleur de rose, qui étoient d'abord très abondantes vers l'Orient, & ensuite vers l'Occident: il observa outre cela que la partie du ciel comprise entre l'arc blanc & l'arc couleur de rose, situé au Midi, étoit d'un vert de pré; ce qui formoit une espece d'iris agréable à la vue: les colonnes couleur de rose disparurent insensiblement &c. On remarque encore vers le Nord des lumieres si brillantes, qu'on ne peut point distinguer pendant la nuit, ni les planetes, ni les étoiles fixes: ces lumieres sont si vives, que, ni la lumiere de la lune, ni la présence du soleil, ne peuvent les effacer; de sorte qu'elles se font encore observer tandis que le soleil est sur notre horison. *Midleton*, *Hans Egede*, *Kraff*, & *Ellis*, rapportent que la lumiere de ces aurores boréales est assez vive pour qu'on puisse lire aussi aisément qu'en plein jour, & pour qu'on puisse se conduire aisément dans un voyage (4).

§. MMCCCCXCIX. Lorsqu'il y a quelqu'aurore boréale, le ciel paroît souvent serein & bleu par tout, si on en excepte la partie du Nord où l'aurore est placée. On voit aussi quelquefois de petits nuages répandus çà & là dans l'atmosphere. Je n'ai jamais observé ce phénomene lorsque le ciel se trouvoit par-tout couvert de nuages sombres; mais j'ai observé qu'après avoir brillé pendant quelque tems, l'atmosphere se chargeoit alors entierement de nuages. L'aurore boréale paroît encore lorsque le tems est fort calme, ou qu'il ne fait qu'un vent de la premiere force; elle paroît moins fréquemment lorsqu'il regne un vent de la seconde force, mais rarement dans

(1) Figure de la Terre. (2) Mém. pour servir à l'Hist. Nat. (3) In Solemnibus annuis, ann. 1753, p. 40. (4) Voyag. to Hudson's Bay. p. 143.

un tems orageux, quoique j'aie cependant obſervé ce phénomene lorſqu'il faiſoit de l'orage, le 30 Mars de l'année 1728, & le 23 Décembre de l'année 1733. J'ai auſſi obſervé des aurores boréales lorſque les vents ſouffloient de tous côtés : j'en ai remarqué à Utrecht & à Leyde, dans toutes les ſaiſons de l'année, & on en obſerve en hiver auſſi bien qu'en été, dans les régions du Nord (1).

§. MMD. Les vents qui précedent l'aurore boréale, ſont indifféremment doux ou forts : le tems qui précede l'apparition de cette lumiere, eſt auſſi tantôt froid, tantôt chaud, tantôt humide, & tantôt ſec; de ſorte qu'on ne peut pas prévoir par-là ſi elle doit paroître. Le tems qui ſuit ce phénomene eſt auſſi, ou beau, ou pluvieux, chaud ou froid, & il regne même alors toutes ſortes de vents qui ſont doux ou violens : d'où il ſuit que l'apparition de ce phénomene n'apporte aucun changement dans l'atmoſphere, ni aucune maladie : il n'eſt pas non plus l'avant-coureur d'un hiver rude; puiſque, quoique ce phénomene ſubſiſtât depuis 1716, les hivers & les frimats ont été plus doux : il ne préſage non plus aucun malheur prochain, comme *Borellinus* l'a très bien démontré. Car nous avons joui tranquillement, depuis l'apparition de ces phénomenes, de pluſieurs années très fertiles, & nous n'avons point été attaqués d'aucune forte maladie épidémique, &c; mais on ne donne plus en Hollande dans une telle ſuperſtition.

§. MMDI. L'aurore boréale a ſon ſiege dans notre atmoſphere, 1°. parcequ'elle paroît ſous la forme d'un nuage, qui ne differe en rien des autres nuages, que nous obſervons ordinairement. 2°. Parceque la nuée lumineuſe ſe tient fixement pendant pluſieurs heures, & même ſouvent pendant pluſieurs jours, à la même hauteur au-deſſus de l'horiſon; & conſéquemment elle ſe meut ainſi que le reſte de l'atmoſphere, & la terre ellemême, autour de l'axe de notre globe. 3°. Parcequ'il arrive quelquefois qu'on ne peut pas voir & obſerver en même-tems une aurore boréale de deux endroits différens, quoique peu éloignés l'un de l'autre. 4°. Parceque les colonnes qui en partent s'en élancent quelquefois avec bruit : or ce bruit qu'on entend annonce aſſez que la nuée n'eſt pas fort élevée au-deſſus de l'horiſon. *Kraff*, qui, dans l'eſpace de onze années, dit avoir obſervé 141 aurores boréales, ne diſconvient point que ce phénomene s'eſt montré plus ſouvent vers le tems de l'un & l'autre équinoxe, & qu'il eſt accompagné de phénomenes qui donnent tout lieu de croire que la matiere de ce météore n'eſt point au-delà de notre atmoſphere (2).

§. MMDII. Mais à quelle hauteur s'élevent dans notre atmoſphere les nuées qui produiſent cette lumiere? C'eſt ce que perſonne n'a encore pu déterminer juſqu'à préſent, quoique pluſieurs Mathématiciens aient entrepris de nous donner des regles ſur cela (3); car il n'eſt pas certain ſi l'aurore boréale, qui a été ſi commune dans les années 1716, 1729, 1730, & qui a paru dans preſque toute l'Europe, étoit toujours la même lumiere qui ſe tenoit & qui brilloit à la même place, de ſorte qu'on ne ſauroit déterminer

(1) Ellis Voyag. to Hudſon's Bay. pag. 143.
(2) Comment. Petropol. Vol. 9. pag. 340.
(3) Comment. Petropol. Tom. 1. pag. 365, & l'Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1731.

avec certitude la parallaxe, ni par conséquent la véritable distance de ce météore, par la hauteur où on l'a vu en différens endroits : d'ailleurs, si on s'en rapportoit aux observations de quelques Astronomes, cette distance seroit de 124, 145, & même de 280 milles d'Allemagne. Mais qui est-ce qui a jamais démontré que la hauteur de l'atmosphere terrestre fût aussi grande? Et il n'est pas moins constant néanmoins que ce phénomene réside dans notre atmosphere. Outre cela le bruit que produisent certaines aurores boréales, & qu'on entend sur la surface de notre globe, prouve assez que ces aurores n'en sont pas fort éloignées ; & comme on ne peut point toujours les observer de deux endroits peu éloignés l'un de l'autre, comme on pourroit le faire si elles étoient à la hauteur de quelques milles, c'est encore une preuve de leur proximité de la terre.

§. MMDIII. La matiere de l'aurore boréale est de telle nature, qu'elle peut s'allumer & répandre ensuite une lumiere foible & rare, telle que celle de l'électricité : en effet, on remarque qu'une partie d'une nuée noire qui n'est point embrâsée, ni lumineuse, commence ensuite à luire lorsqu'elle commence à s'embrâser. J'ai vu de ces parties qui se détachoient de la nuée, & qui ne donnoient d'abord aucune lumiere; mais qui devenoient lumineuses lorsqu'elles s'étoient transportées dans un autre endroit du ciel : d'où il suit que toute la nuée qui forme l'aurore boréale ne luit pas toujours. Cette nuée est très rare, puisqu'on voit les étoiles à travers. N'y auroit-il donc pas de la témérité de vouloir déterminer au juste la nature de cette matiere? Car la Chymie nous fournit aujourd'hui une quantité prodigieuse de matieres inflammables & phosphoriques (1) ; & la Nature en a caché dans le sein de la terre un plus grand nombre encore, toutes différentes les unes des autres, & que l'Art n'a point encore pu imiter. Bien plus, personne n'ignore qu'un fluide électrique & phosphorique réside dans l'atmosphere, & y produit des effets qui ne sont point tout à fait différens de ceux que l'aurore boréale nous fait observer : c'est ce qui a donné lieu à quelques Physiciens de soupçonner que l'aurore boréale n'étoit point différente de l'électricité qui réside dans l'air. Je ne serois pas moi-même fort éloigné de ce sentiment, si on observoit plus souvent des aurores boréales ; car je ne puis me persuader qu'il n'eût point paru en Hollande d'aurores boréales depuis 1629 jusqu'en 1716, ou qu'on n'en eût point vu plus fréquemment en France & en Italie, où l'air n'est pas moins électrique qu'en Hollande ou en Allemagne, s'il étoit vrai de dire que l'électricité de l'air ou des nuées fût la seule cause de ce phénomene. J'imagine donc que le Physicien doit encore suspendre son jugement, & ne point décider de la nature de ce météore, jusqu'à ce qu'il soit encore mieux & plus clairement connu.

Mais si l'électricité est la cause de ce phénomene, on comprend aisément pourquoi on entend un petit bruit semblable à celui d'une verge qui monteroit avec rapidité dans l'air ; on comprend, dis je, aisément pourquoi on entend ce bruit dans le Groenland, & dans les endroits de la partie boréale du ciel, où ces aurores paroissent si fréquemment, & où elles sont si grandes.

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1711, 1714, 1715, 1728, 1736, 1737. Hooke Phys. Exper. p. 174.

En effet, on entend un bruit semblable à l'extrêmité d'un conducteur chargé d'une forte électricité. La matiere des aurores boréales paroît s'élancer de la partie septentrionale de notre globe; & comme cette matiere est très abondante, très ardente, & qu'elle s'éleve de cet endroit, elle peut y produire un bruit qu'on peut entendre. Cette matiere est plus abondante actuellement qu'avant l'année 1716; parceque le foyer d'où elle part s'est ouvert par le mouvement de la terre, & s'il vient à se consommer, il pourra bien arriver qu'on soit plusieurs siecles sans voir d'aurores boréales.

Cette matiere sort de la terre sous la forme d'exhalaisons, & se répand ensuite dans l'air, où elle forme une ou plusieurs nuées qui se dispersent & vont se rendre en différens Pays. Ces nuées ne se mettent en feu que lorsqu'elles rencontrent quelqu'autre matiere avec laquelle elles commencent à fermenter, à s'échauffer & à s'allumer, comme nous voyons que cela se fait à présent dans plusieurs opérations chymiques, qui produisent différentes sortes d'effervescences, accompagnées de feu & de flamme. Si donc il vient à souffler quelque vent de Nord dans la région supérieure de l'atmosphere, & que la nuée qui est composée de la matiere lumineuse, soit emportée par ce vent, qui la fasse passer du Nord, qui est le lieu de son origine, vers quelqu'autre région, & qu'elle rencontre en son chemin quelques autres exhalaisons dispersées dans l'air, avec lesquelles elle puisse fermenter, alors cette partie de la nuée qui rencontrera ces exhalaisons, prendra d'abord feu & s'allumera. Supposons que cette partie de la nuée soit la partie méridionale, & que le spectateur soit placé plus au Midi que la nuée, il pourra alors la voir brûler, & elle sera même au Nord à son égard; de sorte que cette lumiere sera, dans ce cas, une lumiere septentrionale.

Mais comme ces exhalaisons ne peuvent prendre feu avant qu'elles soient un peu mêlées ensemble, & que la nuée qui vient du Nord, occupe une grande étendue, & éprouve plus de résistance du côté du Septentrion que vers le Midi, qui est le seul endroit où se fait le mêlange; la matiere embrâsée sera poussée du Nord au Sud, & elle pourra recevoir différentes directions, & se porter, tantôt perpendiculairement en en-haut, tantôt parallelement à l'horison, tantôt au dessus du parallélisme de la terre: par conséquent les colonnes ou les verges lumineuses qui partiront de l'explosion de cette matiere, devront se faire observer sous différentes directions, relativement à l'horison & au zénith du spectateur, & suivant la nature & le caractere des différentes exhalaisons qui se mêleront avec celles qui font effervescence, la couleur de ces colonnes & de ces verges paroîtra aussi différente; de sorte que les unes paroîtront blanches, les autres couleur de roses, d'autres rouges, d'autres jaunâtres, &c.

Il peut aussi arriver que la nuée lumineuse reste pendant quelque tems immobile par rapport à l'horison, si un vent du Nord la pousse vers toute partie quelconque du Sud avec la même force que les exhalaisons de l'air sont poussées vers elle par un vent du Sud.

Il me semble qu'en raisonnant sur ces principes, on peut expliquer aisément la plûpart des phénomenes, & que nous ne serons peut être pas fort éloignés de la vérité.

Le célebre *de Mairan* a imaginé une autre hypothese, pour rendre raison

e quantité de phénomenes qui dépendent de ces météores, & le célebre *Nocet* a rendu fort élégamment en vers l'idée de cet habile Physicien.

§. MMDIV. Ceux qui n'ont regardé que le soufre & le nitre comme les seules causes des aurores boréales, semblent n'avoir pas fait attention à toutes les différentes exhalaisons inflammables que l'atmosphere renferme dans son sein. 2°. Lorsque ces exhalaisons s'enflamment, elles produisent des phénomenes bien différens de ceux qui dépendent de l'inflammation du soufre; car on ne peut disconvenir que la flamme du soufre ne soit tout-à-fait différente de la lumiere que répand l'aurore boréale. 3°. En admettant néanmoins cette hypothese, pour quelle raison n'observe-t-on pas une si nombreuse quantité d'aurores boréales dans la partie méridionale du ciel, que dans sa partie septentrionale; puisque l'Italie, les contrées méridionales, ainsi que quantité de montagnes, exhalent une très grande quantité de soufre. Or les aurores méridionales ne se sont encore fait remarquer que très rarement en Angleterre (1), en Hollande, en Allemagne, en France, en Italie (2). On n'en a observé que quelques-unes; elles sont moins rares en Laponie, en Moscovie; parceque la matiere qui les forme s'exhale dans ces endroits de la surface de la terre, & c'est pour cela que les Observateurs qui sont placés dans des endroits plus septentrionaux, voient ces aurores comme méridionales par rapport à eux, & que nous jugeons qu'elles sont septentrionales. Il faut cependant convenir qu'il en parut de méridionales dans les années 1704 (3), 1734 (4), 1741. Il faut examiner ces météores avec tout le soin possible; car il peut se faire que cette matiere venant un jour à tomber du ciel, on pourra alors la soumettre à l'analyse; ou que l'art parvienne à en composer une semblable, qui pourra nous indiquer sa nature, ou qu'on réussisse à découvrir l'endroit de la terre d'où elle tire son origine. Mais il faut sur-tout apporter une très grande exactitude à les observer; parcequ'il peut fort bien arriver qn'après une certaine révolution d'années, il n'en paroisse plus, ainsi qu'il est déja arrivé depuis 1629 jusqu'en 1716: car on ne trouve personne qui ait fait mention d'aucune dans l'espace intermédiaire des tems que nous venons d'assigner. Le lac Vetter, en Suede, jette sur ses bords une pareille matiere. Mais si les aurores avoient toujours paru sans aucune interruption, & qu'on les eût observées également dans toute partie quelconque du ciel, certainement je ne croirois pas qu'il y eût de la témérité d'imaginer qu'on dût rapporter ces phénomenes à l'électricité de quelques nuages, & cette opinion seroit très bien fondée sur l'analogie qu'on remarque entre les effets de l'électricité & ceux de ce météore; mais nous n'avons point encore de preuves assez fortes pour nous arrêter à cette opinion, & pour la regarder comme certaine, & nous n'observons point que le ciel soit plus chargé d'électricité lorsqu'il paroît une aurore boréale.

Des étoiles tombantes.

§. MMDV. On voit souvent un petit globe de feu qui répand une lumiere

(1) Philos. Trans. n. 461 & 494. (2) Philos. Trans. n. 460. (3) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1705. (4) Weidlerus de Meteorolucido singulari.

claire, qui roule çà & là dans l'atmosphere, & qui paroît même tomber quelquefois à terre : or comme ce petit globe jouit de la même grandeur apparente que celle d'une étoile, on lui donne le nom d'*étoile tombante* (1), *passante*, *transverse*. Ce phénomene se fait ordinairement remarquer dans le printems & dans l'Automne, mais sur-tout pendant la nuit; parceque la lumiere du jour couvre la sienne, & nous empêche de la voir : car il est naturel d'imaginer que ce phénomene doit avoir lieu pendant le jour aussi bien que pendant la nuit. *Bernier* nous assure en avoir observé pendant le jour dans l'Empire du Grand Mogol. *Gassendi* assure aussi la même chose (2). Il dit que le ciel étant très serein & très tranquille pendant un tems de chaleur, il vit paroître avant midi une flamme très blanche qui descendoit perpendiculairement : que cette flamme étoit plus large vers sa partie inférieure, que sa figure approchoit de celle d'un rhombe, & qu'elle portoit une queue qui alloit en diminuant, & qu'elle disparut à ses yeux, sans laisser aucune trace de sa présence. *Fludde Brussée* (3) rapporte que lorsqu'on rencontre l'endroit de la terre où cette étoile est tombée, on trouve à cet endroit une matiere ténace, glutineuse, qui est d'un blanc tirant sur le jaune, parsemée de petites taches noires, & que cette matiere est alors dépouillée de toute sa partie combustible. *Menzelius* ayant conservé de cette matiere dans une carte, trouva que lorsqu'elle eut perdu toute son humidité, elle s'endurcit comme un cheveu (4). *Sigibert* rapporte dans sa Chronique, que plusieurs étoiles tomberent en même-tems du ciel, parmi lesquelles il y en avoit une qui étoit extrêmement grande, & qu'ayant remarqué l'endroit où elles étoient tombées, il s'élevoit de cet endroit une fumée qui étoit accompagnée d'un bruit semblable à celui d'une ébullition, lorsqu'on l'arrosoit avec de l'eau. *Patrice* rapporte qu'il en tomba une devant lui dans l'Isle de Chypre, mais qui ne donna aucun signe d'être brûlante (5). On ne peut point douter que ces sortes d'étoiles tombent sur la surface de la terre; car c'est un phénomene que j'ai moi même observé. Néanmoins *Morton* (6), après *Merette* (7), a fait tous ses efforts pour prouver que cette matiere visqueuse n'est autre chose que les excrémens de quelques oiseaux, tels que des corbeaux, &c, & que ces excrémens étoient des intestins de grenouilles qu'ils n'avoient pas pu digérer. Mais on a observé que ce phénomene paroît dans des tems où il n'a volé aucun oiseau dans la partie du ciel où il se manifeste, & que souvent cette matiere est consommée par son embrâsement avant qu'elle puisse parvenir à la surface de la terre : d'où il suit que ces étoiles tombantes sont bien distinguées des excrémens des oiseaux; je ne nie pas cependant que lorsque ces excrémens se pourrissent sur la surface de la terre, ils ne deviennent lumineux pendant la nuit, & qu'ils ne soient visqueux, & ne ressemblent par-là à quelque résidu d'étoiles tombantes : mais comme ce phéno-

(1) Virgil Lib. 1. Georg. Ovid. Metamorph. Lib. 2. v. 319.
(2) Gassend. in Phys. §. 3. Lib. 2. cap. 7. pag. 108.
(3) Gassend in Phys. §. 3. Lib. 3. cap. 7.
(4) Ephemerid German. curios. Dec. 2. ann. 9. Observat. 72.
(5) Resta in Meteorol. Lib. 1. Tr. 3. pag. 119.
(6) Hist. Natur. Northampton. Cap. 5. pag. 353.
(7) Meretti Pinax. pag. 219.

mene se fait sur-tout observer dans le mois d'Août, lorsque la chaleur est passée, au moins est-ce dans ce tems qu'on l'observe en Hollande, à Leyde & à Utrecht, il paroît vraisemblable que c'est une matiere huileuse qui s'éleve pendant la chaleur du jour, qui, resserrée par le froid du soir, se condense, & qui, venant à s'embrâser, retombe par son propre poids vers la surface de la terre, où elle parvient, à moins qu'elle ne soit tout-à-fait consommée par son incendie. *Kraff* rapporte cependant, que le 25 de Novembre de l'année 1741, le jour étant très serein, & le froid étant très piquant, puisque la liqueur du thermometre étoit à 0, selon l'échelle de *Fahrenheit*, il observa à Petersbourg plusieurs étoiles tombantes pendant la nuit (1).

Castor & Pollux.

§. MMDVI. On appelle *Castor* & *Pollux*, ou *feu Saint-Elme*, de petites flammes ou lumieres qu'on voit aux pavillons, aux cordages, aux mâts, aux vergues & à toutes les parties d'un vaisseau qui se jettent au-dehors : on voit ce phénomene non seulement sur mer, mais encore sur des fleuves ou des lacs : ces petites flammes s'élancent çà & là comme de petits oiseaux qui changeroient continuellement de place, sans rien brûler & sans rien détruire. Souvent on en voit une, deux ou même plusieurs ensemble, & même on en a observé jusqu'à 30 qui avoient six pieds de longueur, & qui formoient un petit bruit, semblable à celui que font entendre des aigrettes électriques. On ne peut gueres douter que ces petites flammes ne soient produites par un fluide électrique qui est répandu dans l'air, & qui, dans un tems de tonnerre, de tempête & d'orage, venant à être poussé avec une très grande impétuosité, & rencontrant sur son passage différens corps isolés & solitaires, tels que les vaisseaux qui voguent sur l'eau, les pénetre, & sur-tout leurs parties qui se portent au-dehors, ou il se manifeste alors sous la forme de petites flammes; de sorte qu'on en remarque plusieurs, sur tout à la pointe des mâts & des ornemens des vaisseaux, & cela parceque la pointe des mâts est ordinairement de fer, & que la matiere électrique pénetre très aisément le fer. On doit regarder comme une fable, lorsqu'on dit qu'une de ces flammes est un mauvais presage, & que deux sont un présage d'une heureuse navigation, ou qu'elles annoncent la fin de la tempête.

Des feux-folets.

§. MMDVII. On donne le nom de *feux-folets* à de petites flammes qui sont ordinairement rondes, quelquefois d'une figure conique, ou d'une autre forme, & qui sont ordinairement de même grandeur que la flamme d'une chandelle : on en a vu quelquefois de plus larges qui avoient les mêmes dimensions que la flamme d'un flambeau, ou qui ressembloient à un cylindre enflammé de 12 ou 15 pieds de longueur, & d'un pied de diametre : ces feux jettent quelquefois une lumiere plus vive & plus claire que celle d'une bougie, quelquefois leur lumiere est plus obscure & couleur de

(1) Krafft. Prælect. Phys. Vol. 3. p. 320.

pourpre

pourpre : ils brillent moins de près que lorſqu'on les regarde de loin : on les voit voltiger & flotter dans l'air, mais à peu de diſtance de la ſurface de la terre : on en remarque quelquefois deux, trois, & même davantage à la fois. Pour l'ordinaire ils ſe meuvent très rapidement, mais d'un mouvement irrégulier; parceque le vent les pouſſe & les fait mouvoir, & que les parties de l'air entre leſquelles ils flottent, ſont elles mêmes agitées d'un mouvement irrégulier. On en voit qui ſuivent le courant des rivieres; ces feux ſubſiſtent plus ou moins long-tems, ſuivant la quantité de matiere combuſtible qui les forme. On en trouve ordinairement dans des lieux gras, marécageux, dans ceux où il croît des roſeaux : on en voit dans les cimetieres, près des gibets & des fumiers : on les remarque ſur-tout pendant l'été, & au commencement de l'automne; mais ſeulement la nuit par rapport à la foibleſſe de leur lumiere. On voit de ces feux dans les campagnes de Bologne pendant toute l'année, lorſque la nuit eſt très obſcure : on remarque en cet endroit, qu'ils ſont beaucoup plus fréquens pendant l'hiver, lorſque le froid eſt très grand, & que la terre eſt couverte de neige, que pendant l'été le plus chaud : on en remarque ſur-tout dans les campagnes qui ſont ſituées auprès d'un pont nommé *della Calcarata*, & qui viennent d'un autre pont nommé *della Toſſa Quadra*. On en voit auſſi dans les champs de Bagnara & de Barivella, & même ces feux ſont très grands (1). *Gaſſendi* (2) nous apprend auſſi qu'on en voit pendant l'hiver dans une Province nommée Oppido Rogono : or d'où pourroit dépendre un tel phénomene, s'il n'étoit produit par l'électricité? Ces feux ſont très fréquens en Eſpagne & dans les campagnes de l'Ethiopie, où ils brillent pendant toute la nuit, comme de véritables étoiles : on les voit quelquefois diſparoître tout d'un coup, & ſe rallumer dans un autre endroit, lorſqu'ils ſe portent dans des brouſſailles, ou dans des roſeaux : on les voit pour l'ordinaire à ſix pieds d'élévation au-deſſus de la ſurface de la terre; tantôt ils ſe développent, tantôt ils ſe reſſerrent, tantôt ſe diſperſant comme des ondes, ils répandent des étincelles de feu, mais ſans produire aucun bruit : quelquefois ils ſe diſſipent & laiſſent après eux une odeur de ſoufre, ou une odeur extrêmement fétide : le plus ſouvent cependant ils ne laiſſent point de mauvaiſe odeur : ces feux n'embrâſent rien; ils ſuivent ceux qui les évitent, & précedent ceux qui courent après eux : ce qui vient de ce que, lorſqu'ils précedent une perſonne qui marche, ils ſont pouſſés en avant par l'air que cette perſonne pouſſe devant elle, & lorſqu'ils ſont derriere elle, ils viennent occuper la place qu'elle abandonne en marchant; parcequ'ils y ſont pouſſés par l'air, qui vient lui-même remplacer l'eſpace que cette perſonne laiſſe derriere elle. On remarque quelquefois dans la Paleſtine, que ces ſortes de feux, ſe raſſemblant ſous la forme de la flamme d'une chandelle, & venant à ſe développer, ils enveloppent toute une compagnie de voyageurs d'une lumiere pâle, qui ne leur cauſe aucun dommage, & paſſant avec un mouvement très rapide d'un endroit à un autre, on les voit ſe porter & s'étendre ſur les croupes de 2 ou 3 montagnes voiſines.

Lorſqu'après le coucher du ſoleil le ciel eſt rempli de roſée, & que cette

(1) Philoſ. Tranſ. n. 411. (2) Phyſ. Lib. 2. Sect. 3. cap. 7.

rosée est grasse & onctueuse (1), *Rob. Fludd* & *Dechales* (2) nous assurent que si on saisit quelques-uns de ces feux, on trouve que ce n'est autre chose qu'une matiere luisante, visqueuse, glaireuse, comme le frai des grenouilles; que cette matiere n'est point chaude, ni brûlante, mais seulement lumineuse : d'où il suit que cette matiere n'est qu'une matiere huileuse, phosphorique, qui doit son origine aux plantes pourries, & aux cadavres, laquelle venant à être élevée dans l'air par l'ardeur du soleil, & se condensant ensuite le soir par la fraîcheur, brille & jette de la lumiere. Cette matiere flotte dans l'air; parcequ'elle y est entourée d'électricité. On dit que ces sortes de feux disparoissent vers le milieu de la nuit; ce qui vient de ce que le froid, étant alors plus grand, ils sont alors trop condensés pour pouvoir se soutenir dans l'air, & peut-être sont ils aussi dépouillés d'électricité; ce qui les fait retomber sur terre. Je ne crois pas que ces feux doivent tous leur origine à la même matiere; car il n'y a point de doute que ceux qu'on remarque à Bologne, & qui ont douze pieds de longueur, ne soient bien différens de ceux qu'on voit en Hollande, qui sont semblables à des flammes de chandelles. On doit regarder comme fabuleux le sentiment que quelques Philosophes ont avancé, & ils ont certainement voulu badiner lorsqu'ils ont dit que ces sortes de feux étoient des esprits malins, des ames errantes qui cherchent à nuire aux voyageurs, à les faire tomber dans quelques fosses, dans quelques précipices (3). On n'a jamais ouï dire en Hollande que personne se soit noyé pendant la nuit, ou soit jamais tombé dans quelque fossé, sur-tout au mois d'Août, tems où ces sortes de feux sont très fréquens : on ne peut pas dire non plus que des ames humaines, séparées de leurs corps, soient des feux folets : on ne peut croire aussi que ces sortes de feux soient des insectes phosphoriques, comme quelques-uns l'ont avancé (4).

§. MMDVIII. Outre les feux-folets dont nous venons de parler, il y en a encore d'une autre espece, que j'appelle feux-folets incendiaires; parceque non-seulement ils jettent de la lumiere comme les premiers : mais encore parcequ'ils brûlent les fourages, le chaume dont les toits sont couverts, & les maisons mêmes. On vit quelquefois en Allemagne de ces sortes de feux (5). On en vit en France le siecle dernier dans un Village nommé Bonnecourt, situé près d'une riviere appellée Eure (6). On en a vu dans ce siecle-ci à Holstein (7), & en Italie (8). Ces sortes de feux se présentent quelquefois sous une figure ronde, & ont un disque semblable à celui de la lune; ils ressemblent quelquefois à une torche allumée, d'autres fois leur lumiere n'est pas plus grande que celle d'un petit flambeau : les uns paroissent demeurer en repos, quelques-uns se meuvent en toutes sortes de sens, tan-

(1) Thom. Shaw Travels to Barbary. pag. 363.
(2) Mundo Mathemat. Tom. 4.
(3) Sennert Epit. Phys. Lib. 2. cap. 2. Cardan. de Variet. Rer. Lib. 14. cap. 69. Bodinus in Theol. Nat. Lib. 2.
(4) Vallisneri Oper. Tom. 1. pag. 85.
(5) Tacitus Lib. 13. Annalium.
(6) Journal des Savans, Tome 2. page 619.
(7) Kaschubii Elem. Phys.
(8) Ripa Dissert. Meteorol.

tôt lentement, tantôt avec vîtesse; ils ne se meuvent cependant jamais plus vîte qu'un homme qui court. Le célebre *Ripa* en a observé dans le territoire de Treviso, & il nous en a donné une très belle description.

D'une autre espece de feu-folet appellé ignis lambens.

§. MMDIX. Il y a encore une autre espece de feu-folet, que les Latins appellent *ignis lambens*, qui n'est autre chose qu'une petite flamme que l'on voit quelquefois sur la tête des enfans (1), sur celles des adultes (2), & sur la criniere des chevaux (3), sur-tout lorsqu'on les étrille. On remarque quelquefois une semblable lumiere à l'extrêmité du fer des lances (4), & aux extrêmités des poils (5). Ce feu n'est autre chose que le fluide électrique qui réside dans un air électrique, qui est attiré par la friction des cheveux, qui sont eux-mêmes électriques, & qui est déterminé par-là à se manifester par de semblables étincelles, & à pétiller. Lorsque ce fluide est abondamment répandu dans l'air, il se jette dans le fer qu'il rencontre, & qui se trouve dressé en l'air, tel que la pointe d'une pique; là il se manifeste sous la forme d'une petite flamme qui paroît sortir de cette pointe: ce phénomene ne differe point de celui que nous savons actuellement exciter, lorsque nous soutirons avec une verge de fer l'électricité de l'atmosphere. MM. *Vaitsius* (6) & *Mles* (7) sont les premiers qui ont soupçonné cette analogie entre ces flammes & le fluide électrique, & ils ont poussé fort loin, & avec succès, leurs recherches à cet égard.

§. MMDX. On voit quelquefois dans l'air, & pendant la nuit, de grandes traînées de feu qui se portent tout-à-coup d'un endroit dans un autre, qu'une personne peu instruite prendroit certainement pour un météore: cette lumiere est produite par des essains de mouches luisantes qui volent pendant la nuit, & qui jettent de la lumiere de toutes les parties de leur corps, ainsi que *Vallisnerus* (8) & *Scheuchzer* l'ont observé en Italie, & que *Willubeje* & *Raye* l'ont confirmé depuis. J'ai observé moi-même le même phénomene en Allemagne. Le célebre *Gleditsh* (9) dit avoir vu en Allemagne des fourmis aîlées, qui voloient directement en l'air, qui formoient, par leur concours, des colonnes très hautes, qui jettoient une fumée, qui étoient peu obscures, & qui paroissoient se mouvoir avec une vîtesse inexprimable: ces

(1) Livius Lib. 1. c: 29. Virg. Æneid. Lib. 2. Valer. Maxim. Lib. 1. cap. 6. Plin. Hist. Nat. Lib. 2. cap. 2.

(2) Plin. Hist. Nat. Lib. 2. cap. 3. Scaliger. in Exercit. 174. Fort. Licetus Lib. 4. de Lucernis Ant. Cardan. Lib. 8. cap. 43 de Variet. Cœlius Rhodiginus in Antiq. Lect. Bartholinus de Luce Anim. Cap. 10. p. 50. & in Hist. 70 Centur. 3. p. 138. Acta Phys. Medic. v. 3. Obs 3. Phil. Trans. n. 476.

(3) Verulamius Hist. Natur. de Forma Calidi. Aphor 2.

(4) Seneca Quæst. Nat. Lib. 1. cap. 1.

(5) Plin. Hist. Nat. Lib. 2. cap. 37. Cæsar. de Bello Afric. §. 47. Livius. Lib. 22. c. 1.

(6) Abhandlung. von der Electricitaet. c. 5.

(7) Philos. Trans. n. 476.

(8) In Opere. Tom. 1. p. 85.

(9) Hist. de l'Acad. de Berlin. Tom. 5. pag. 47.

colonnes s'élevoient toujours, elles paroiſſoient même comme au-deſſus des nuées, & elles imitoient une aurore boréale : ces colonnes ſubſiſtoient plus d'une demi-heure ; elles paroiſſoient avoir deux pieds de diametre, enfin elles étoient compoſées de fourmis qui voloient directement de bas en haut, & de haut en-bas. On voit dans les Antilles des inſectes très luiſans, ſuivant le rapport du P. *Dutertre* : on en remarque de ſemblables dans une Province d'Amérique nommée Guatimala, ainſi que ſur la côte de Coromandel. *Botton* traite de ces ſortes d'inſectes dans ſon Ouvrage intitulé *Pyrologia Topographica*, & il nous marque qu'il en a diſſéqué quelques uns. *Malpighi* en a diſſéqué quelques autres, dont il nous a donné la deſcription.

Nous allons parler maintenant des météores qui donnent une lumiere plus éclatante..

Du globe de feu.

§. MMDXI. On donne le nom de *bolides* à un gros globe de feu ardent, dont la couleur tire ſouvent ſur le rouge, & qui ſe meut très rapidement dans l'air : ce globe traîne ordinairement après lui une queue blanche, qui eſt de même largeur que le diametre de ce globe, dans l'endroit où elle lui eſt adaptée. La largeur de cette queue va toujours en diminuant, & elle ſe termine en pointe ; ſa longueur égale quatre ou cinq fois le diametre du globe : *Ariſtote* lui donne le nom de *chevre*.

§. MMDXII. Ces globes ſont ſouvent d'une groſſeur prodigieuſe : on en voit de différentes groſſeurs ; on en voit quelquefois dont le diametre égale la quatrieme partie du diametre de la lune (1). Les Anciens (2) néanmoins, ainſi que les Modernes (3), diſent en avoir obſervé d'auſſi gros que la lune. *Gaſſendi* aſſure en avoir vu dont le diametre étoit double de celui de la lune ; il donne à ce phénomene le nom de *flambeau* (4). On en a vu qui étoient auſſi gros que des meules de moulin ; mais il faut pour cela que ce météore ſoit peu éloigné du ſpectateur (5). *Kirchius* dit en avoir vu un à Leipſic, en 1686, dont le diametre étoit preſque auſſi grand que le demi diametre de la lune, & il aſſure que ce globe répandoit aſſez de lumiere, pendant la nuit, pour qu'on pût lire diſtinctement ſans le ſecours d'aucune autre lumiere ; enfin il ſe diſſipa inſenſiblement. On vit auſſi ce globe dans la Ville de Schlaitz, éloignée de Leipſic de onze milles d'Allemagne : or ſi ce même globe a été vu dans le même tems dans ces deux endroits, il faut que ce globe fût au moins à la hauteur de ſix milles de Hollande, & que ſon diametre fût de 335 pieds : ce qui ne paroît pas vraiſemblable ; car nous ne ſavons pas ſi le tems où il fut remarqué dans ces deux endroits, étoit exactement le même, & le bruit qui accompagne ordinairement ces ſortes de globes, qui ſont des eſpeces de tonnerre, ne nous permet pas de ſuppoſer que

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1738 & 1740. Comment. Bonon. Vol. 2. p. 464.
(2) Seneca Quæſt. Nat. Lib. 1. cap. 1.
(3) Philoſ. Tranſ. n. 462 & 463.
(4) Phyſ. Sect. 3. Lib. 2. cap. 7.
(5) Philoſ. Tranſ. n. 494. pag. 366. Ibid. Vol. 47. pag. 1. & 3.

ce globe fût auſſi élevé dans notre atmoſphere ; puiſque le bruit du tonnerre ſe fait à peine entendre à la diſtance de trois milles. Le globe de feu que *Balbus* obſerva à Bologne en 1719, étoit beaucoup plus gros ; ſon diametre paroiſſoit égal à celui de la pleine lune, & ſa couleur ſemblable à celle du camphre ardent : il jettoit une lumiere auſſi éclatante que celle que le ſoleil répand à ſon lever ; de ſorte qu'on pouvoit voir diſtinctement les plus petites choſes diſpoſées çà & là ſur terre. On remarquoit à ce globe quatre goufres qui jettoient de la fumée, & on voyoit de petites flammes qui repoſoient deſſus, & qui ſe portoient au-dehors : il avoit une queue ſept fois plus grande que ſon diametre. Lorſqu'on compare les différentes hauteurs qu'on lui a remarquées en différens endroits, on trouve que ſon élévation au-deſſus de l'horiſon n'a pas été moins de 16000, ni plus de 20000 pas ; & conſéquemment ſon diametre étoit de 356 perches. Il exhala une forte odeur de ſoufre par tout où il paſſa, & enfin il creva en faiſant un bruit affreux. *Monterchius* nous a donné la deſcription d'un globe de feu qu'il obſerva le 8 Avril 1676, qui produiſit de ſemblables effets : ce globe cependant n'étoit pas fort élevé au-deſſus de l'horiſon ; car le bruit de ſa queue ſe faiſoit aiſément entendre, & produiſoit le même effet qu'une barre de fer rouge qu'on promeneroit dans l'eau : outre cela, on rapporte que ce globe grilla quelques branches d'arbres ; & qui plus eſt, ces ſortes de globes ne ſont pas toujours fort élevés au deſſus de l'horiſon. En effet, celui qu'on obſerva en 1749 au milieu de l'Océan, paroiſſoit venir au-deſſus de la ſurface de la mer contre un vaiſſeau ; il fit une exploſion à 40 ou 50 aunes de diſtance de ce vaiſſeau, ſemblable à celle qu'auroient pu faire une centaine de canons qu'on eût fait partir en même-tems : il répandit autour du vaiſſeau une ſi forte odeur de ſoufre, qu'on eût cru que le vaiſſeau étoit entouré de ſoufre allumé ; ſon exploſion briſa une partie du mât en 60 morceaux : elle fendit un autre mât ; elle fit tomber 5 hommes, & en brûla un ſixieme (1). Il arrive ſouvent que ces ſortes de globes éclatent en pluſieurs parties : ces parties ſe diſperſant avec une forte exploſion, ſe diſſipent. En un mot, preſque tous ces globes ſe diſſipent en produiſant une exploſion ſemblable à celle d'un canon ; tel fut celui qu'on obſerva à Breſlaw le 9 Février de l'année 1750 (2). Ce dernier eut cela de particulier, qu'il ſe mouvoit circulairement autour de ſon axe. Ceux qu'on obſerva en 1753 produiſirent un effet ſemblable (3). L'un d'entr'eux tomba dans un marais où il s'éteignit.

§ MMDXII. Il y a des endroits où ce phénomene s'obſerve fréquemment, & où on en voit quelquefois pluſieurs dans une même nuit. *Ulloa* (4) cite à cet égard une Ville nommée *Santa-Maria-de la Parilla* ; mais ils ſont moins fréquens dans les autres endroits : ce qui fait qu'on les range dans la claſſe des phénomenes rares, & qu'on a ſoin d'en conſerver l'époque.

§. MMDXIII. Il arrive quelquefois que ces ſortes de globes ſe diſſipent ſans détonation ; ils laiſſent alors dans l'air une eſpece de petit nuage, ou

(1) Philoſoph. Tranſact. n. 494. pag. 366.
(2) Voyage au Pérou. Liv. 1. pag. 317.
(2) Wihſton of a Surprizing Méteor. ann. 1719.
(4, Hiſtoire de l'Académie Royale, année 1751.

quelques vestiges d'une matiere brûlée qui se présente sous la forme d'une fumée couleur de cendres (1). Il y a de ces sortes de globes qui se meuvent avec une très grande rapidité; celui que *Gassendi* observa, parcourut toute l'étendue de l'horison visible, qui avoit au moins vingt milles d'Italie, dans l'espace de 50 battemens d'arteres: il y en a d'autres qui se meuvent avec beaucoup moins de vîtesse; tel fut celui qu'on observa en Hollande le 2 du mois d'Août de l'année 1750. Il y en a qui demeurent dans un même endroit, ou au moins qui paroissent demeurer dans le même endroit de l'atmosphere; tels furent ceux que *Kirchius* & *Wolf* observerent. On vit en France, le 4 Novembre 1753, à Yvoy en Berry, un de ces globes qui avoit une longue queue dont on ne voyoit point le bout, qui demeura pendant quelques secondes à 25 pieds au-dessus de l'horison, & qui vomit ensuite une fumée blanche épaisse, qui fut suivie de deux explosions semblables à celles qu'auroient pu produire deux canons (2). Tous ces globes de feu jettent une lumiere plus éclatante que celle de la lune, & même leur lumiere est si vive, qu'elle efface presque celle de la lune.

§. MMDXIV. Comme ces globes de feu répandent, par tous les endroits où ils passent, une odeur semblable à celle du soufre qui brûle, j'ai peine à douter que ce ne soit une nuée entiere, dont la plus grande partie est composée de soufre & d'autres matieres combustibles, qui doit quelquefois son origine à des volcans, qui se font de nouvelles issues dans les montagnes, ou qui poussent au-dehors une copieuse fumée de soufre avant de s'allumer; il peut se faire aussi que cette nuée soit produite par quelque mouvement excité dans les entrailles de la terre, qui ouvre une immense caverne de soufre, qui lance en dehors le soufre qu'elle renferme, & que les vents transportent & élevent: cette nuée de soufre s'enflamme par l'effervescence que produit le concours des autres matieres inflammables qui se mêlent avec ses parties, ou par une autre cause quelconque. Lorsque cette nuée est enflammée, comme c'est un fluide embrâsé qui nage alors dans l'air, qui est lui-même un autre fluide, elle prend une figure sphérique; car c'est-là la forme sous laquelle on observe presque toujours ce phénomene: or comme cette masse énorme s'étend avec une très grande rapidité dans l'air; lorsqu'elle est embrâsée, elle y fait une détonnation semblable à celle que produit une bouche à feu au moment de son explosion. On a vu de ces sortes de globes qui paroissoient en repos; ce qui arrive lorsque les exhalaisons inflammables se trouvent suspendues dans un endroit tranquille & calme, d'où elles ne sont point poussées par l'agitation de l'air, ou lorsqu'elles prennent naissance à une très grande distance du spectateur, & qu'elles viennent vers lui en ligne droite; de sorte qu'on ne peut point décider alors s'ils sont véritablement en repos, ou en mouvement. Il y en a d'autres qui se meuvent très rapidement par l'action des vents qui les poussent. Il y en a aussi qui, n'étant poussés que par des vents foibles & de peu d'activité, se meuvent plus lentement.

Ces globes paroissent suivis d'une longue queue, ou d'une longue traînée

(1) Histoire de l'Académie Royale, année 1753.
(2) Histoire de l'Académie Royale, année 1753.

de feu (1) ; ce qui vient en partie de ce que les cendres de la nuée en feu, étant abandonnées dans des endroits encore embrâsés, paroissent enflammées tant qu'elles sont embrâsées, & disparoissent dès qu'elles sont refroidies. 2°. Ou bien on peut rapporter cette queue à la vîtesse avec laquelle ces globes se meuvent ; car comme la foiblesse de notre organe ne nous permet pas de distinguer les endroits qu'ils viennent d'abandonner, & que l'impression de la lumiere subsiste encore dans nos yeux, nous croyons voir tout cet espace en feu. En effet, la vîtesse avec laquelle ils se meuvent, est si grande, que nous ne pouvons point distinguer leurs différentes parties, mais que nous ne saisissons que leur masse totale.

La clarté de cette lumiere fait assez connoître que cette matiere embrâsée est fort condensée, & qu'elle a pu rassembler une grande quantité de feu, telle qu'est la matiere du soufre, ou des huiles des végétaux, lorsqu'elle est combinée avec d'autres parties terrestres, ou peut-être même des parties salines ; car la couleur blanche de cette lumiere ne laisse point lieu de douter que cette matiere n'est point une matiere purement sulfureuse.

§. MMDXV. Il est vraisemblable que cette lumiere que *Ravina* décrit, & qu'il dit avoir observé à Faenza, & que *Montanarius* observa le 31 Mars de l'année 1676, étoit un globe de feu, de l'espece de ceux dont il est ici question. Ce Mathématicien, qui étoit alors à Bologne, vit que cette lumiere traversoit la mer Adriatique, comme si elle venoit de Dalmatie ; elle traversa ensuite toute l'Italie, & on entendit un craquement dans tous les endroits au dessus desquels elle se trouva dans une position verticale. On entendit à Livourne un bruit semblable à une décharge de plusieurs canons ; & lorsqu'elle eut fait ce trajet, & qu'elle se trouva à la hauteur de l'Isle de Corse, on entendit un bruit semblable à celui qu'auroient produit plusieurs charriots qui auroient roulé sur du pavé. Elle se mouvoit avec une rapidité étonnante ; elle fit environ 160 milles d'Italie dans l'espace d'une minute : on remarqua ce phénomene en plusieurs autres endroits (2). Or cette vîtesse étonnante avec laquelle elle se mouvoit, ne dépendoit certainement point de l'action des vents qui la poussoient ; car on ne connoît point encore aucun vent qui puisse se mouvoir avec tant de promptitude : d'où il suit que nous ne connoissons point encore la force projectile qui anime ces sortes de globes.

§ MMDXVI. L'observation que *Hallman* fit en Nericie, & qui lui apprit que des monceaux de vitriol s'embrâsoient d'eux-mêmes, & produisoient des flammes éclatantes (3), prouve que le soufre peut devenir volatil, & qu'en s'embrâsant ensuite, il peut produire une longue flamme, qui peut subsister pendant long tems.

§. MMDXVII. Les Modernes ont observé & ont décrit plusieurs globes de feu : ces globes sont toujours accompagnés de quelque chose de singulier, qu'on ne peut apprendre qu'en lisant l'histoire de toutes les observations qu'on a faites (4).

(1) Philosoph. Transact. n. 463.
(2) Journal des Savans, année 1676, page 132.
(3) Acta Litterar. Sueciæ. ann. 1730. pag. 68.
(4) Philos. Trans. n. 456. p. 346. n. 462. 463. p. 60. n. 494. p. 1. & 3. Vol. 47. p. 1.

Des éclairs.

§. MMDXVIII. On donne le nom d'*éclair* à une grande flamme fort brillante qui s'élance tout-à-coup dans l'air, & qui se répand de tous côtés; mais elle disparoît sur-le-champ, de sorte qu'elle ne dure qu'un instant.

§. MMDXIX. Il fait des éclairs lorsque le tems est beau & serein, de même que lorsque l'air est couvert de nuages, qui sont pour l'ordinaire minces, séparés les uns des autres, & petits. Mais on voit rarement des éclairs, sans avoir eu auparavant quelques jours chauds. Les éclairs ne sont pas toujours suivis de tonnerre; mais si le tonnerre les accompagne, on donne à ce phénomene le nom de *foudre*, & la flamme qu'on voit alors, n'est autre chose que la flamme de la foudre, qui est fort éloignée. On ne voit pas à Utrecht trois fois l'an des éclairs sans tonnerre. Dans la Jamaïque on en voit toutes les nuits des mois de Juillet, Août & Septembre; mais aussi il fait une très grande chaleur dans cette Isle. C'est une chose très rare que les éclairs causent aucun dommage aux choses terrestres; parceque cette flamme se trouve dans une région de l'air fort élevée, & qu'elle ne s'étend pas fort au loin.

§. MMDXX. La matiere de l'éclair est composée de toutes sortes d'huiles de plantes, qui s'élevent dans l'air après avoir été raréfiées & volatilisées par la chaleur du jour; de plus, toutes les parties sulfureuses, oléagineuses qui s'exhalent de la surface de la terre, & qui se dispersent çà & là dans l'atmosphere, concourent aussi à ce phénomene. Ces matieres, qui ne sont point rassemblées en une même masse continue, s'embrâsent les unes après les autres à différentes fois, & la flamme devient d'autant plus grande, qu'elle rencontre, en se développant, une plus grande quantité de matieres inflammables: toute autre matiere que cette flamme rencontre suspendue & flottante dans l'atmosphere, & avec laquelle elle peut faire effervescence, s'embrâse en même-tems, & contribue à la grandeur de cet éclair. Il peut se faire que les nuées chargées de parties huileuses, rencontrant d'autres nuées vaporeuses & très électriques, s'embrâsent par la prodigieuse quantité de matiere électrique qui passe des unes aux autres, de même que nous parvenons, à l'aide d'une électricité artificielle, à allumer des esprits inflammables. Lorsqu'il fait des éclairs pendant le jour, il peut se faire que cette matiere s'embrâse & s'allume par le moyen des deux causes dont nous venons de parler, ou par l'action des rayons du soleil, qui, perçant à travers une nuée ronde, forment un foyer, & se concentrent, ou même il peut se faire que ces rayons réfléchis par une nuée concave, se réunissent, & aient leur foyer dans cette matiere inflammable qu'ils allument.

☞ Pour l'ordinaire, les éclairs se font voir après le coucher du soleil, & au commencement de la nuit, lorsque les exhalaisons qui se sont élevées pendant le jour, sont encore chaudes; ces éclairs ne se font pas remarquer ordinairement dans une grande étendue du ciel. Je n'en ai jamais observé dans

& 3. Vol. 48. Part. 2. p. 773. Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1740, ann. 1751. Nov. Acta Erud. ann. 1754. Sept. p. 507. Act. Litt. Sueciæ, ann. 1734. Holl. Mag. v. 2. p. 394.

deux endroits différens du ciel, encore moins dans trois ou dans quatre endroits différens : il se passe ordinairement un espace de tems plus ou moins long entre un éclair & celui qui le suit ; de sorte qu'un éclair en entraîne un autre après lui, & il ne m'a point paru, à Leyde, que le tems qui s'écoule entre l'un & l'autre fût constant & réglé : car j'ai remarqué que les éclairs s'y succédoient dans l'espace de 30 secondes, ou dans un plus petit espace de tems. J'ai aussi remarqué qu'il s'écouloit quelquefois une, deux, & même plusieurs minutes avant qu'un second éclair parut. Le célebre *Lomonoscow* a observé à Petersbourg, que les intervalles de tems qui séparoient les éclairs étoient presqu'égaux entr'eux, & qu'ils étoient de 40 secondes ; ce qui est particulier & propre à cet endroit.

De la foudre & du tonnerre.

§. MMDXXI. On appelle *foudre* & *tonnerre* cette flamme fort brillante & fort vive, qui se fait voir dans le ciel, & qui est accompagnée d'un bruit éclatant.

§. MMDXXII. On distingue trois especes de foudre & de tonnerre. La premiere espece est produite par une matiere sulfureuse qui s'embrâse dans les entrailles de la terre, & qui s'élance en l'air avec rapidité. La seconde espece provient d'une matiere ardente qui tombe de la région supérieure de l'air sur la surface de la terre. La troisieme espece enfin est produite par la matiere électrique répandue dans l'atmosphere, & qui s'y condense. Je parlerai successivement de ces trois especes, & je suis persuadé que ceux qui viendront après nous en découvriront encore plusieurs autres especes.

§. MMDXXIII. Lorsque les montagnes où se trouvent des volcans, sont embrâsées, il en sort des flammes foudroyantes, moins vives & moins éclatantes que les éclairs ; souvent ces flammes serpentent dans des conduits tortueux, & s'échappent avec une fumée de ces antres profonds : ces flammes sont accompagnées d'une détonnation semblable au bruit du tonnerre ; ce bruit est quelquefois simple & sans écho, & on croit entendre le bruit d'un coup de canon, qui seroit tiré au loin sur la mer, quelquefois ce bruit continue, & forme comme un long mugissement. Ce phénomene se fait remarquer au mont Hecla, où le terrein est rempli de soufre, ainsi que toute l'Islande ; car on y trouve des morceaux de soufre vierge gros comme le poing (1). Si on allume ce soufre, il brûle & lance des flammes. Pareillement lorsque les soufres du mont Vésuve & du mont Æthna (2) sont allumés, ils produisent, par leur embrâsement, des foudres & des tonnerres : & lorsque ce soufre se trouve embarrassé avec une grande quantité de terre, de cendres & de pierres, il ne s'allume pas alors ; il se fond néanmoins, & il est poussé au dehors par la bouche du goufre, ou par ses fentes : il coule alors comme un large fleuve de matiere gluante embrâsée, qui s'étend & qui roule des endroits élevés vers les endroits plus bas, & qui dépose sur le ter-

(1) Joh. Anderson Nachrichten von Ysland.

(2) Hist. du mont Vésuve, p. 68, 69. P. Boccone de Incendio Æthnæ. Philos. Trans. n. 337 & 455.

rein une matiere connue ſous le nom de *laves* : cette matiere couvre une très grande étendue de terrein qu'elle rend ſtéril.

Il arrive auſſi quelquefois de grands tremblemens de terre, tels que ceux qu'on a obſervés depuis l'eſpace de dix ans, pendant lequel tems on a obſervé, non-ſeulement en Hollande, mais encore dans différentes contrées de l'Allemagne, de la Norwege, & de la Suede, des foudres & des éclairs qui paroiſſoient s'élancer de la ſurface de la terre dans l'air, & qui étoient accompagnés de tonnerre, dont le bruit & le mugiſſement perſévéroit pendant quelque tems, ſemblable à celui de l'exploſion de pluſieurs bouches à feu qu'on tireroit à une grande diſtance. En effet, lorſqu'il arrive de fortes ſecouſſes dans les entrailles de la terre, il ſe fait de grandes ouvertures dans ce globe; ſes parties en ſont ébranlées, renverſées, tant par le feu ſouterrain que par un fluide élaſtique, qui fait effort pour s'échapper du côté où il trouve moins de réſiſtance, & pour s'élancer dans l'air : l'éruption de ce fluide embrâſé, allume tout ce qu'il rencontre ſur ſon paſſage, & qui eſt propre à fournir à ſa nourriture; ſavoir, ſur-tout les parties ſulfureuſes & huileuſes qu'il rencontre en ſon chemin, & je ne doute point que les Anciens n'aient regardés comme des foudres de l'enfer ces feux qu'ils ont vu ſortir des entrailles de la terre, & s'élancer dans l'atmoſphere. Les anciens habitans de l'Etrurie, & pluſieurs autres encore, imaginoient que les foudres s'élancoient des entrailles de la terre (1). On en vit de cette eſpece à Antioche du tems de *Trajan*. Sous le regne de *Céſar Gallien*, on obſerva pendant pluſieurs jours des tremblemens de terre en Italie, & on entendit des tonnerres qui produiſoient de terribles mugiſſemens dans les entrailles de la terre : la terre s'entrouvrant de côtés & d'autres, engloutit quantité de perſonnes. On obſerva auſſi un pareil phénomene en Italie dans l'année 1702, & un ſemblable en Sicile en 1720.

On remarque dans les mines & dans les conduits ſouterrains des exhalaiſons qui s'y élevent, qui produiſent une détonnation ſemblable à l'exploſion de la poudre à canon, lorſqu'elles viennent à s'allumer, par les chandelles, ou par tout autre feu qu'on porte dans ces endroits : l'exploſion de ces exhalaiſons ſe fait quelquefois ſi bruſquement, & avec tant de force, qu'elle renverſe & qu'elle tue les Mineurs, qu'elle excite des ébranlemens, des ſecouſſes dans la terre, qu'elle éleve du fond de la mine, & pouſſe au dehors des charbons de terre, des pieres, & quantité d'autres corps d'une très grande maſſe. Une épaiſſe fumée accompagne fort haut le feu qui s'élance de la mine dans l'atmoſphere; & on ſent alors une odeur de poudre à canon enflammée, produite par l'inflammation du ſoufre, qui abonde dans les charbons de terre (2). J'ai appris que ce phénomene s'eſt fait obſerver dans ce ſiecle, dans une mine de charbons de terre, ſituée à Mulheim-ſur-Roër, près de Doesbourg. Quelquefois il s'éleve même du ſein de la terre des exhalaiſons ſulfureuſes qui pénetrent les eaux, ainſi qu'on le remarque par rapport à pluſieurs fontaines, dont les eaux s'enflamment à l'approche d'une bougie allumée; car alors ces exhalaiſons ſulfureuſes s'enflamment &

(1) Seneca Quæſt. Nat. Lib. 2. cap. 49. Plin. Hiſt. Nat. Lib. 2. cap. 53.
(2) Woodward Geog. Phyſ. Part. 4.

s'élancent avec l'eau, sur laquelle la flamme paroît surnager (1). En 1745, les Religieuses du Monastere de Sainte Christine, firent observer à leur Supérieure un angle d'une tour du Monastere où se trouvoit un trou qui donnoit passage aux eaux de pluie, & qui les laissoit tomber dans une citerne située au-dessous, d'où on avoit vu sortir un globe de feu emporté avec une vîtesse incroyable, & qui s'étoit élancé contre la tour, en produisant une horrible détonnation. Une autre Religieuse plus âgée, assura que plusieurs années auparavant elle avoit vu une flamme s'élever du même endroit de la basse-cour, & que cette flamme s'étoit portée sur le haut de la tour, où elle s'étoit dissipée avec explosion (2). *Maffée* assure avoir vu la foudre s'élever de la terre dans l'atmosphere (3). L'Abbé *Lyon* (4) assure la même chose; phénomene qu'on a aussi observé à Bologne (5).

§ MMDXXIII. On a souvent remarqué que la matiere sulfureuse qui s'éleve des charbons de terre, dans les mines, se volatilise, & qu'elle s'allume ensuite à l'approche de la lumiere des chandelles. On peut même remplir des vessies avec l'air de ces sortes de mines, qui est chargé de ces exhalaisons sulfureuses; alors si on perce ces vessies, & qu'on en exprime l'air devant la flamme d'une chandelle, de façon qu'il atteigne cette lumiere, il s'enflamme aussi tôt (6). *Mandius* parvint à produire artificiellement un air inflammable (7). Il mit pour cela, dans un vase dont le col étoit étroit, deux gros d'huile de vitriol, 8 gros d'eau commune, & deux gros de limaille de fer; il lia ensuite des vessies flasques autour du col de ce vase, ces vessies se gonflerent par les vapeurs élastiques qui s'échapperent du mêlange pendant sa dissolution, & qui se porterent dans ces vessies : les choses étant ainsi disposées, il perça les vessies, en exprima les vapeurs, & les conduisit sur la flamme d'une chandelle, & elles s'enflammerent; mais pour peu qu'il cessât la pression qu'il exerçoit contre la surfasse de ces vessies, la flamme se portoit dans ces vessies, les faisoit éclater, & produisoit une explosion semblable à celle d'un canon.

§. MMDXXIV. Peut on regarder le soufre allumé, & qui s'éleve des entrailles de la terre, comme la seule cause de la foudre de la premiere espece? C'est ce qu'on ne pourroit point assurer sans une grande témérité; car j'ignore si le soufre seul, quoiqu'en grande quantité, peut produire, lorsqu'il est allumé, une flamme aussi vive, & de la couleur de celle qu'on voit s'élever des volcans; & si elle peut produire, par cette inflammation, un bruit semblable à celui du tonnerre, il peut se faire que plusieurs matieres tout-à-fait différentes, concourent, par leur mêlange, à la production de ce phénomene, savoir des matieres sulfureuses, ainsi que d'autres matieres simples, ou composées, telles que la naphte, la pétrole, l'huile de tartre, &c. Qui plus est, on découvrit en France, en 1760, entre deux Villages nommés Susi &

(1) Lucret. Lib. 6. Philos. Trans. n. 334. Comment. Bonon. Vol. 1. pag. 15.
(2) Comment. Gotting. Vol 3 pag. 12.
(3) Litter. Maffei ad Vallisnerium.
(4) Diario Italico. Tom. 32. art. 8.
(5) Comment. Bonon. Vol. 2. pag. 460.
(6) Philosoph. Transact. n. 429, pag. 109. n. 442. pag. 282.
(7) Philos. Trans. n. 442.

Caſſieres, qui ſont à deux milles de Laon, on découvrit, dis-je, une terre qui étoit naturellement inflammable; cette terre eſt noire, ſulfureuſe, & mêlée de particules de fer, dont la figure approche de la ronde: on trouve cette terre à 22 ou 24 pieds au-deſſous de la ſurface de la terre. Lorſqu'on la tire & qu'on la laiſſe ſur le terrein, elle s'allume d'elle-même; elle produit une grande chaleur propre à embrâſer tout ce qu'elle rencontre, & elle ſe diſſipe avec éclat.

Examinons maintenant, & parcourons un peu les opérations de l'Art, & nous obſerverons que lorſqu'on renferme dans un vaſe du baume de ſoufre, & qu'on l'expoſe enſuite à un trop grand feu, il fait exploſion; il briſe le vaſe, & ſe diſſipe enſuite tout enflammé dans le laboratoire, où il produit les mêmes effets que la foudre. Lorſqu'on fait l'eſprit de vin éthéré, on voit naître des eſpeces de fleurs de ſoufre, leſquelles, étant concentrées au point d'être réduites à la cinquieme ou ſixieme partie de leur volume, acquerent une telle force élaſtique, qu'elles briſent, avec une très grande impétuoſité, la retorte, ainſi que *Hellot* l'a éprouvé (1). On voit, en certains tems, le bitume de Judée s'élever du fond du lac Aſphaltique, ſous la forme de grands hémiſpheres; dès qu'ils ſont parvenus à la ſurface de l'eau, & qu'ils ſe trouvent en contact avec l'air extérieur, ils ſe diſſipent auſſi-tôt, en ſe briſant en un nombre prodigieux de morceaux: ils produiſent une forte détonnation & une groſſe fumée; ce phénomene ne ſe fait remarquer que vers le rivage (2). Nous connoiſſons encore quantité de ſubſtances qui s'enflamment dans l'air, & qui produiſent de fortes exploſions: tel eſt, par exemple, l'or fulminant, qui n'eſt autre choſe qu'une diſſolution de l'or par l'eau régale, précipitée enſuite par l'intermede de l'eſprit de ſel ammoniac, ou par une leſſive de tartre qu'on a ſoin de bien laver enſuite & de faire ſécher (3). L'orpiment mêlé avec le nitre & le ſel de tartre, produit le même effet, ainſi que l'antimoine diaphorétique, mêlé avec du ſavon noir, & expoſé à l'action du feu dans un creuſet lutté: dès que ce mixte eſt refroidi, & qu'il eſt expoſé au contact de l'air, il détonne (4). Pareillement la poudre fulminante, faite avec trois parties de nitre, deux parties de ſel de tartre, & une partie de ſoufre, produit une détonnation ſemblable à l'exploſion d'un canon; lorſqu'on met une dragme de ce mêlange dans une cuiller de métal, & qu'on la fait chauffer à feu lent: on remarque encore la même choſe lorſqu'on fait diſſoudre du fer dans de l'eau régale, & qu'on le mêle avec du ſel de tartre; ainſi que lorſqu'on fait fondre du plomb dans de l'eſprit de nitre, &c. Outre les ſubſtances dont nous venons de parler, il y en a encore quantité d'autres qui produiſent le même effet, lorſqu'elles ſont bien renfermées, & qu'elles viennent à s'enflammer: on peut ranger dans cette claſſe la poudre à canon, l'arſenic rouge, mis en digeſtion avec l'eſprit de nitre (5). Nous avons déja remarqué ci deſſus, que l'acide nitreux de

(1) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1739.
(2) Th. Shaw Travels to Barbary. pag. 375.
(3) Crameri Docimaſia. Part. 2. Prec. 29. pag. 121. Hiſtoire de l'Académ. Roy. ann. 1735.
(4) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1736.
(5) Bonetus in Medic. Sept. Lib. 2.

Geoffroy, s'enflammoit dans l'air avec véhémence lorſqu'on le mêloit avec toute ſorte d'huile quelconque, diſtillée, ou tirée par expreſſion. Toutes les huiles & tous les eſprits détonnent lorſqu'on les renferme dans des vaſes, & qu'on les expoſe à l'action d'un feu trop violent. En un mot, tout ce qui peut véritablement s'embrâſer, tout ce qui peut produire une exploſion, & qui s'échappe des entrailles de la terre, eſt appellé *matiere fulminante*.

§. MMDXXV. C'eſt pour cette raiſon qu'on remarque ſur-tout des foudres & des tonnerres dans tous les endroits où il s'éleve du ſein de la terre une matiere fulminante, quoique cependant ces exhalaiſons puiſſent être portées par les vents dans d'autres contrées, & s'y enflammer. On obſerve néanmoins qu'il tonne plus ſouvent dans ces endroits que par-tout ailleurs; la foudre & le tonnerre ſe font ſur-tout & très ſouvent entendre dans les endroits qui ſont expoſés aux ardeurs du ſoleil, & dont le terrein exhale différentes huiles, de la naphte, du pétrole, & une grande quantité de ſoufre, ou dans les endroits où le feu ſouterrain eſt plus ardent : ces phénomenes ſe font plus rarement remarquer dans les endroits où la terre ne recele point dans ſon ſein des huiles, ni du ſoufre, & où l'action du feu ſouterrain eſt plus foible, ainſi que dans les endroits humides & froids; mais toutes ces connoiſſances ne peuvent s'acquérir que par le moyen des obſervations.

§. MMDXXVI. Examinons maintenant la ſeconde eſpece de foudre & de tonnerre, qu'on peut en quelque façon ranger dans la claſſe de ces globes de feu, dont nous avons déja fait mention; mais dont j'ai préféré de parler ici, parceque ce météore differe de ces globes, par pluſieurs phénomenes, & qu'il a beaucoup de rapport avec la foudre & le tonnerre. On voit ſouvent des globes de feu qui tombent du ciel ſur terre, & qui ſe portent, ſoit entiers, ſoit briſés en pluſieurs parties, vers différens endroits, où ils éclatent avec bruit, & produiſent quantité de déſordres affreux (1). L'Hiſtoire nous conſerve le ſouvenir d'une quantité de phénomenes de cette eſpece. Quelque tems après que le Roi Philippe V fut entré à Madrid, la foudre tomba ſur la Chapelle ſous la forme d'un globe qui étoit auſſi gros que la tête d'un homme: ce globe ayant percé le toit, ſe diviſa en deux parties, qui parcoururent toute l'étendue de la Chapelle. L'une de ces parties ſe ſubdiviſa en pluſieurs petites parties, qu'on voyoit bondir d'une maniere ſurprenante, & qui ſe diſſiperent enfin. On a vu de ces ſortes de globes qui tomboient du ciel en parcourant des lignes courbes, ſemblables à celles que décrivent des bombes. Il y avoit en 1711 à Sampford Courteney, dans le Comté de Devon, quelques perſonnes aſſemblées ſous le portail de l'Egliſe: il tomba au milieu d'eux une boule de feu qui, venant à éclater, les renverſa par terre: on remarqua encore alors quatre autres globes de feu, gros comme le poing, qui étoient tombés dans l'Egliſe, qu'ils remplirent de feu & de fumée par leur exploſion. *Barham* vit dans la Jamaïque un globe de feu de la groſſeur d'une bombe, qui tomba du ciel à terre, & qui y fit pluſieurs trous, entre leſquels il y en avoit un qui avoit autant de largeur qu'un homme a d'épaiſ-

(1) Phil. Tranſ. n. 336. n. 357. n. 390. Collect. de Breſlaw, ann. 1717, p. 157. Miſc. Berol. Con. 2. Part. 2. p. 114. Scheuchſeri Meteor. Helv. p. 24. & ſeq. Fournier Hydro Lib. 15. cap. 20. Borlaſe Nat. Hiſt. of Cornwall. c. 2.

ſeur; les autres n'avoient pas plus de diametre que le poing n'a de groſſeur: le premier étoit ſi profond, qu'on n'en pût trouver le fond, en le ſondant avec des cordes qui ſe trouverent dans cet endroit. *Waſſe* étant préſent, en 1725, à un orage qui tua un berger & cinq moutons, obſerva un globe de feu, gros comme le poing, qui ſe briſa & ſe diviſa en quatre parties. *Scheuchſer* rapporte qu'au mois de Mai de l'année 1724, le tonnerre tomba dans le canton d'Appenzel, par le toit d'une maiſon, fit un trou à une poutre, tomba dans le poële ſous la forme d'un globe embrâſé, éclata enſuite, briſa les fenêtres, & bleſſa un homme qui couſoit alors des étoffes. Le 10 du mois de Mars de l'année 1750, il y eut un tonnerre effroyable à Horn: ce tonnerre tomba dans le chemin, ſous la forme d'un globe de feu, & il rejaillit juſques ſur le dôme de la tour, qu'il embrâſa par ſon exploſion. Le 13 Janvier de l'année 1745, on vit une colonne de feu qui tomboit du ciel, qui jettoit des rayons gros comme le bras d'un homme, & qui lançoit, avec de fortes exploſions, des globes de feu.

§. MMDXXVII. Comme les globes dont nous venons de parler, ſont tombés du ciel ſur terre; il paroît naturel de conclure que la matiere de ces globes flottoit auparavant dans la région ſupérieure de l'air, ſous la forme d'une nuée rare, qu'elle s'eſt enſuite condenſée par une cauſe quelconque, & s'eſt arrondie en ſe condenſant, ainſi qu'il arrive à un fluide qui nage dans un autre fluide, que cette matiere arrondie en forme de boule, & enflammée extérieurement, eſt tombée par ſon propre poids vers la ſurface de notre globe; pendant ce tems les parties intérieures de cette maſſe ſe ſont échauffées de plus en plus, & s'étant enflammées promptement, elles ont pouſſé avec violence, par leur exploſion, l'air ambiant; ce qui a produit ces détonnations furieuſes qu'on a entendues, & ce qui a renverſé les hommes & les autres corps qui ſe ſont trouvés dans cette ſphere d'activité: & ſi ces corps avoient été ſuſceptibles de s'enflammer, la matiere ardente que ces globes lançoient, étant pouſſée contr'eux avec violence, les eût enflammés. Nous avons expoſé ci deſſus combien peu il falloit de matiere enflammée, de certaines ſubſtances que l'Art sait préparer pour produire de ſemblables effets d'incendie, d'exploſion; pourquoi la Nature ne produiroit-elle pas de ſemblables effets, & même de plus grands, avec une petite quantité de matiere fulminante? Mais quelle eſt la nature de ces ſortes de nuées, de ces ſortes d'exhalaiſons? C'eſt ce que nous ne connoiſſons point encore: peut-être même ces nuées, ces exhalaiſons, ne ſont-elle pas toujours de même nature? C'eſt ce que je conclus d'après l'obſervation de cette colonne qu'on vit en 1745 à Nimegue, & de l'obſervation ſuivante faite en Angleterre (1). Le ciel étoit ſerein, ſans nuages, lorſqu'on entendit un bruit ſemblable à celui que produit le tonnerre, & qui ſe répéta pluſieurs fois. Lorſque ce bruit ſe fit entendre aſſez près de l'Obſervateur pour qu'il pût le diſtinguer, il lui parut ſemblable à celui que feroient des cailloux qui rouleroient les uns ſur les autres: l'endroit où le bruit ſe faiſoit entendre, ſembloit s'approcher de la terre, enſuite on l'entendit tomber dans l'eau, & produire le même effet que produiroit une groſſe pierre embrâſée qu'on y jetteroit: la ſurface de

(1) Philoſ. Tranſ, n. 455.

l'eau ſe couvrit auſſi tôt de gros bouillons; un quart de minute après ce même bruit parut s'élancer de l'eau dans l'air, & ſe fit encore entendre à la diſtance d'environ quatre milles.

Le Seigneur d'un Château de la Ville de Leiſnig, ayant ouvert les fenêtres de ſon appartement, dans le mois de Juillet de l'année 1753, entendit un grand coup de tonnerre, qui tomba avec fracas, & ſous un grand volume, par la cheminée, d'où il arrachoit les tuiles & le ciment; une vapeur noire & épaiſſe ſe répandit auſſi tôt dans la chambre, & vint frapper une chandelle allumée, ainſi que le chandellier, qui étoit placé ſur un plateau d'étain, & elle le frappa tellement, qu'il rendit du ſon: ce feu pénétra auſſi dans les chambres des domeſtiques, où il laiſſa une fumée épaiſſe qui répandoit une odeur de ſoufre: or cette vapeur noire & épaiſſe, & cette fumée, prouvent manifeſtement que cette foudre étoit compoſée d'une matiere ardente, accompagnée de fumée, & que l'électricité, qui eſt toujours dépourvue de fumée & de vapeurs, n'étoit point la cauſe de ce phénomene.

§. MMDXXVIII. Nous allons maintenant parler de la troiſieme eſpece de foudre, qui eſt une flamme très brillante, qui va en ſerpentant; laquelle, étant ſubitement produite, ſe meut dans l'air avec une vîteſſe étonnante, & trace dans ce fluide des traits de lumiere qui y forment des eſpeces d'ondes & de ſerpentaux: ſouvent cette lumiere ſe termine par un coup foudroyant, ou elle s'éclipſe tandis que le bruit de la foudre ſe fait encore entendre.

§. MMDXXIX. Quelquefois, le tems étant un peu nébuleux, on voit, avant que le tonnerre ſe faſſe entendre, des nuées noires & épaiſſes, qui ſe raſſemblent, qui ſe meuvent ſelon différentes directions, & même ſelon des directions contraires; les nuées ſe condenſent de plus en plus, & nous annoncent, pour l'ordinaire, un orage prochain. Quelquefois les nuages dérobent à nos yeux toute l'étendue du ciel que nous pourrions obſerver; quelquefois ils ne couvrent qu'une partie de cette étendue: une ſeule nuée, même de peu d'étendue, qui rencontre directement une autre nuée, ou qui la rencontre latéralement, peut donner naiſſance au phénomene dont il s'agit: on voit auſſi-tôt une lumiere éclatante & ondoyante, qui s'étend avec une très grande rapidité, & parcourt plus ou moins d'eſpace, ſelon différentes directions, & on entend gronder le tonnerre dès que cette lumiere ſe diſſipe. Quelquefois pluſieurs tonnerres prennent naiſſance dans la même nuée, & preſque dans le même endroit; ces tonnerres, qui finiſſent & ſe diſſipent plus promptement les uns que les autres, parcourent différentes contrées du ciel, qui ſont plus ou moins éloignés les uns des autres; ce qui fait qu'il y a pluſieurs tonnerres qui s'entendent plus ou moins promptement, & qui forment différens éclats, & qui ſe ſuccedent plus ou moins rapidement.

§. MMDXXX. On a découvert de nos jours, que l'air de notre atmoſphere étoit quelquefois extrêmement chargé d'électricité, & que quelques nuées qui flottent, & qui ſont ſuſpendues dans les eſpaces céleſtes, ont une atmoſphere électrique très abondante, tandis que d'autres nuées ne ſont point, ou ne ſont que très peu chargées d'électricité, ainſi que nous l'avons très amplement expliqué dans le Chapitre qui traite de l'électricité. Cela poſé, lorſqu'une nuée abondamment électrique, rencontre en ſon chemin une autre nuée peu électriſée, la matiere électrique de la premiere, ſe por-

tant impétueusement de celle-ci dans la seconde, produit une lumiere étincellante, & serpentante, jusqu'à ce que cette matiere soit répandue également dans l'une & dans l'autre nuée, du côté où elles sont en contact. Nous produisons de semblables étincelles lorsque nous dirigeons & que nous faisons passer dans un long tube de verre, & vuide d'air, la matiere électrique qu'un globe frotté nous fournit, ou lorsque nous faisons passer cette matiere dans un récipient vuide d'air ; or les étincelles électriques qu'on remarque dans ces circonstances, sont très analogues, & ressemblent assez bien à la lumiere de la foudre : la différence cependant qu'on remarque entre ces deux lumieres, c'est que l'une se produit dans la région supérieure de l'air, & que l'autre est produite dans un air très raréfié, qui reste dans un tube qu'on a purgé d'air. Comme l'air de l'atmosphere est ordinairement très chargé d'électricité dans un tems d'orage, & que dans ce tems les nuées sont dans une agitation continuelle & surprenante, & que leurs différentes parties se trouvent successivement en contact, il en résulte de nouvelles lumieres foudroyantes, produites par la matiere électrique, qui passe d'une nuée dans une autre, & qui se font remarquer jusqu'à ce que la matiere électrique se soit répandue & mise en équilibre dans ces nuées & dans l'air.

Ces flammes ondoyantes, qui partent & qui s'élancent avec une si grande vîtesse, ne condensent pas l'air qu'elles divisent & qu'elles agitent ; par conséquent lorsque ces flammes disparoissent, cet air, se dilatant alors avec une très grande vîtesse, produit un son qui est d'autant plus fort, que la masse d'air ébranlée est plus considérable, & qu'elle a été plus condensée. Pareillement l'éclat du tonnerre produit par la foudre qui disparoît, ne forme qu'un seul coup, par rapport à celui qui se trouve dans le voisinage de cette foudre. MM. *Bouguer* & *de la Condamine* nous apprennent, qu'étant un jour sur la montagne de Pichinca, dans le Pérou, ils y furent saisis d'un orage, accompagné de grêle & de tonnerre, mais qu'ils n'y entendoient qu'un seul coup de tonnerre ; étant cependant sur d'autres montagnes, ils y entendirent au-dessus & au dessous d'eux, des coups de tonnerre épouvantables & continus (1). Ces coups qui retentissent & qui continuent à se faire entendre, persévèrent quelquefois pendant l'espace de 30 ou 40 secondes, & leur intensité diminue à proportion qu'ils s'éloignent davantage ; car ce sont des sons qui parcourent une certaine étendue de l'atmosphere, en passant d'un lieu dans un autre : outre cela, ces coups redoublés & continués peuvent aussi venir des différentes répercussions que le son éprouve à la rencontre des nuées & des autres corps qui sont sur la surface de la terre : de-là vient que le tonnerre retentit d'une maniere affreuse dans les vallées qui sont entourées d'un grand nombre de hautes montagnes. Quelquefois il sort de la même nuée plusieurs lumieres ondoyantes, qui s'en échappent selon différentes directions, & qui se portent vers différentes contrées du ciel : ces lumieres produisent des sons qui se propagent avec différentes vîtesses & en différens tems. Bien plus, ces sillons de flammes produisent des sons dans des endroits peu écartés les uns des autres dans l'atmosphere ; de sorte que ces éclats se succedent immédiatement les uns aux autres, ainsi qu'on l'éprouve en

(1) Bouguer, Voyage au Pérou, p. 41.

tirant

tirant des étincelles électriques : ces étincelles venant à éclater sur le corps qu'on leur présente, se succedent quelquefois très promptement, & quelquefois plus lentement.

Lorsque la foudre éclate, elle ébranle fortement la masse d'air qui l'avoisine ; elle la déplace, & occasionne nécessairement des vents violens, qui doivent leur origine, en partie à la masse d'air déplacée, en partie à celle qui lui succede & qui vient se jetter avec précipitation dans l'espace vuide que la premiere lui abandonne : on observe ordinairement de ces vents orageux pendant toutes sortes de tempêtes, qui soufflent selon différentes directions, & ils sont pour l'ordinaire de peu de durée : ces vents néanmoins bouleversent, agitent, & compriment les nuées, tant celles qui produisent la foudre, que celles qui ne la produisent point ; ce qui occasionne pour l'ordinaire une pluie très abondante, & si la foudre prend son origine dans la plus haute région glaciale de l'atmosphere, la pluie se convertit alors en grêle de différente grosseur : ces petites masses glacées sont autant de petits corps durs ; & lorsque la matiere électrique vient à se porter contr'eux, il en résulte des éclats plus violens & plus forts que lorsqu'elle se porte contre des gouttes de pluie : c'est pour cela que la foudre gronde d'une maniere plus terrible, lorsqu'il tombe de la grêle, que dans tout autre tems ; d'ailleurs la matiere électrique est plus abondante dans la région supérieure de l'air, que dans toute autre région plus inférieure : au moins est-ce ainsi que je l'ai observé en Hollande, par conséquent la foudre doit être plus terrible dans la partie supérieure de l'air, que vers la surface de la terre. Le 10 du mois d'Août de l'année 1757, j'observai à Leyde un tonnerre violent & fréquent, placé au-dessus des nuées ; à peine entendois-je les coups qu'il produisoit : il ne tomboit point de pluie : mais dans ce même tems on observoit à Gouda un orage terrible, accompagné de pluie & de grêle, dont les grains étoient aussi gros que des œufs de poule. Tous les corps qui sont frappés de la foudre, les maisons, les chambres dans lesquelles elle passe, répandent une odeur sulfureuse. Pareillement lorsqu'on fait passer une matiere électrique dans des conducteurs de fer, ou sur des lames de métal, les endroits où on remarque des aigrettes, répandent aussi une odeur semblable ; de sorte qu'en jugeant seulement d'après cette observation, je ne crois pas qu'on eût tort de croire qu'il y a une grande analogie entre la matiere électrique & le tonnerre.

§. MMDXXXI. N'entend on jamais gronder la foudre ou le tonnerre lorsque le tems est serein ? *Aristote* prétend que cela ne peut arriver (1), & il assure que le tonnerre ne peut s'engendrer que lorsqu'il y a des nuées ; & même qu'il ne s'en engendre pas toujours en pareille circonstance, & qu'il n'y en a jamais lorsque le ciel est serein. C'est aussi l'avis de *Lucrece* (2). *Seneque* est d'accord en cela avec eux, & il dit qu'on ne doit point craindre le tonnerre pendant un jour serein, & qu'on ne doit l'appréhender la nuit, que lorsque le ciel est couvert de nuages. Cependant l'autorité de plusieurs grands hommes nous apprend qu'il tonne quelquefois lorsque le ciel est très

(1) Meteor. Lib. 2. cap. ultim. (2) Lib. 6. v. 246. & v. 400.

ferein. Tel eft l'avis d'*Homere* (1), d'*Anaximandre*, de *Xénophon* (2), de *Virgile* (3), de *Cicéron* (4), de *Pline* (5), de *Julius Obfequens* (6). *Barthol. Crefcentius* dit avoir vu tomber le tonnerre un jour vers Midi, tandis que le ciel étoit très ferein, fur une galere à trois rangs de rames, qui appartenoit à Sixte V, Souverain Pontife (7): cette galere étoit dans l'Isle de Procyta, auprès de Naples; trois forçats furent tués par cette foudre. *Scheuchfer* rapporte une femblable obfervation (8). Il faut cependant convenir que ce phénomene arrive très rarement, & qu'on peut le regarder comme un prodige. Mais comme l'expérience nous a appris que, lorfque le ciel eft ferein, il arrive quelquefois que l'air foit furchargé d'électricité, puifqu'on parvient alors, à l'aide d'un cerf volant attaché à un fil de métal, à foutirer cette matiere électrique, à la conduire vers la furface de la terre, & à en tirer de fortes étincelles avec le doigt, ou avec un morceau de métal; il a donc pu fe faire, en fuppofant une femblable conftitution du ciel, c'eft-à-dire, l'air étant furchargé d'électricité, que cette matiere ait été foutirée, & fe foit portée à la pointe du mât de la galere, & de là fe foit précipitée vers les bancs des rameurs, & en ait tué quelques uns par fon explofion : il peut fe faire auffi que le vent porte cette matiere contre la pointe de fer qui domine une tour élevée, & que, pénétrant les différens ferremens qui s'y trouvent, elle tombe fur d'autres corps folides; & que, venant à éclater, elle produife une flamme fulminante, & une détonnation : d'où il fuit qu'on peut à préfent ajoûter foi aux obfervations que nous venons de rapporter.

§. MMDXXXII. Nous avons obfervé ci-deffus, qu'il y avoit des météores propres à certaines contrées; c'eft pour cela qu'il y en a très peu qu'on puiffe regarder comme univerfels : il en eft de même de la foudre & du tonnerre. Il faudroit donc parcourir l'Univers entier, pour obferver ce qui fe paffe à cet égard dans chaque région particuliere : or comme il ne fe trouve point par-tout des gens propres à faire des obfervations, nous ferons obligés de nous contenter du petit nombre de celles que nous allons rapporter, jufqu'à ce que ceux qui viendront après nous, aient fait un plus grand nombre de recherches exactes fur cette matiere.

Hans Egede rapporte que le tonnerre & la foudre ne fe font prefque point entendre dans le Groenland. *Ellis* obferve la même chofe par rapport à la Baye d'Hudfon (9), quoique pendant l'été il y regne des chaleurs pendant l'efpace de 7 femaines; auffi lorfqu'il tonne dans cet endroit, le tonnerre y eft terrible, & la foudre embrâfe les arbres. On remarque pendant les mois de Mai, Juin & Juillet, que la pluie & le tonnerre ne fe font obferver que rarement dans la Caroline, en Amérique; mais auffi lorfque ce phénomene s'y fait obferver, la pluie eft très abondante, le tonnerre eft furieux, & la foudre y produit quantité de violens effets : elle y fend les arbres depuis leur fommet jufqu'à leurs racines (10). *Pline* a affuré que les foudres & les ton-

(1) Odiff. Y. v. 112. (2) Lib. 7. Hellen. (3) Georg. Lib. 1. v. 487. (4) Lib. 1. de Divinat. (5) Hift. Nat. Lib. 2. cap. 51. (6) De Prodig. Cap. 83. (7) In Nautica. Lib. 3. cap. 18. (8) Meteor. Helvetica. Part. 2. (9) Voyag. to Hudfon's Bay. p. 173. (10) Catesby Hift. Carolin. pag. 2.

nerres ne sont point fréquens dans la Scythie, & dans les régions froides de la partie septentrionale de l'Europe & de l'Asie. *Olaüs* nous a assuré la même chose. On n'entend gronder le tonnerre à Petersbourg qu'environ 10 fois par an, depuis la fin du mois d'Avril jusqu'au commencement de Septembre; car le célebre *Kraaffi* a remarqué qu'il ne l'avoit entendu que 107 fois dans l'espace de 11 ans (1). A Upsal, en Suede, le tonnerre se fait entendre pendant les mois de Mai, Juin, Juillet, Août.

On remarque qu'il tonne très souvent en Islande, & même plus souvent pendant l'hiver que pendant l'été. On remarque la même chose dans les Orcades; & souvent les foudres qui s'y font observer, n'y causent aucun dommage. *Sibbaldus* nous a appris que le tonnerre & la foudre ne se font remarquer que rarement en Ecosse. *Polidor Virgille* rapporte la même chose au sujet de l'Angleterre; mais *Morton* a observé qu'il n'y tonne presque jamais pendant l'hiver (2). Si on s'en rapporte aux observations de *Ortelius*, il est rare qu'on entende une fois le tonnerre en Hibernie, dans l'espace d'une année. *Kraaffi* a compté à Tubingen, dans l'espace de 9 ans, 131 orages accompagnés de tonnerre: &, en prenant un terme moyen pour chaque année, on peut dire qu'on y remarque 15 orages par an. Les premiers orages qui se sont fait remarquer dans cet endroit pendant l'espace de tems que nous venons d'indiquer, se sont presque toujours fait remarquer pendant le mois de Mai; & pendant tout ce tems il n'y eut que trois orages qui survinrent pendant l'hiver, & chaque fois il regnoit un vent d'Ouest ou de Sud-Ouest (3). En prenant un terme moyen, dans une longue suite d'observations faites à Utrecht, la foudre & le tonnerre ne s'y font observer que 15 fois par an; & comme les tonnerres y sont très violens, ils y causent souvent de grands ravages: mais lorsque l'année est plus chaude, les tonnerres y sont plus fréquens, & ils le sont très peu lorsque l'année est plus froide ou plus humide. Aussi n'observai-je que 5 orages en 1740, qui étoit l'année la plus froide de celles pendant lesquelles j'ai fait mes observations, & j'en comptai 23 en 1737, qui étoit la plus chaude de ces années. J'ai observé la même chose par rapport à Leyde; car en 1748 j'y ai compté 17 orages, tandis qu'on n'y en compte pour l'ordinaire que 13, & 5 seulement lorsque l'année est froide. Dans l'espace de 29 ans, je n'ai entendu tonner dans cette Ville que deux fois dans les mois de Janvier, 11 fois dans les mois de Février, 5 fois dans les mois de Mars, 10 fois dans les mois d'Avril, 61 fois dans les mois de Mai, 78 fois dans les mois de Juin, 85 fois dans les mois de Juillet, 85 fois dans les mois d'Août, 30 fois dans les mois de Septembre, 9 fois dans les mois d'Octobre, ainsi que dans les mois de Novembre, 7 fois dans les mois de Décembre; de sorte qu'en additionnant le tout, & divisant la somme par 29, on trouve pour quotient 13 & quelque chose: ce qui indique qu'il ne tonne que 13 fois par an à Leyde. Le tonnerre s'y fait entendre le matin, après midi, le soir, & pendant la nuit: on l'entend cependant plus fréquemment après midi; lorsque la chaleur du matin est passée, le

(1) Comment. Petropol. v. 9. pag. 343. v. 11. pag. 246. 258.
(2) Morton Hist. Natur. Nortamphton. pag. 348.
(3) Kraafft Prælect. Phys. v. 3. pag. 311.

tonnerre n'y eſt point dangereux : on voit les nuées orageuſes ſe mouvoir d'un lieu dans un autre, & quelquefois on les voit revenir au même endroit une demi-heure, une heure, ou deux heures après; & elles ne ſont, ni plus ni moins orageuſes à leur retour : le tonnerre ſurvient pendant toutes ſortes de vents, ou après que toute eſpece quelconque de vent a ſoufflé : il tonne cependant le plus ſouvent lorſque le vent du Midi ſouffle, il tonne moins ſouvent pendant le vent d'Eſt, & auſſi ſouvent, quoique cependant un peu moins, lorſque le vent eſt Sud-Eſt, ou à l'Oueſt : enfin il ne tonne que très rarement lorſque le vent vient du Nord, ou qu'il eſt Nord-Eſt, ou Nord-Oueſt. Lorſque le tonnerre gronde en Hollande, il ne parcourt pas une grande étendue dans le ciel, rarement ſe porte-t-il à 3 ou 4 milles : on ne lui voit jamais parcourir 8 ou 10 milles. Lorſqu'il tonne à la Haye, on n'entend aucun tonnerre à Leyde, ni à Rotterdam; & il a quelquefois tonné fortement à Amſterdam, ſans qu'il y ait eu aucun ſigne d'orage à Leyde.

On entend 9 fois par an le tonnerre dans l'Iſle Minorque (1) Il tonne très fréquemment en Sicile & en Italie, & le tonnerre ſe fait entendre auſſi fréquemment pendant l'hiver que pendant l'été dans la Campanie (2) Dans une Ville d'Aſie nommée Alep, ſituée près l'Euphrate, on entend gronder le tonnerre pendant les mois de Mars, d'Avril & de Mai : mais chaque nuit du mois de Septembre, on y voit des éclairs, ſans y entendre aucun coup de tonnerre (3). A peine connoît-on le tonnerre dans l'Egypte & dans l'Ethiopie; il ne tonne que 7 fois par an au Promontoire de Bonne-Eſpérance. Le tonnerre eſt très violent depuis le mois de Mai juſqu'au mois de Septembre dans le port de Surate (4). On remarque du tonnerre pendant tout le cours de l'année dans la Ville de Batavia, ſituée dans l'Iſle de Java; il n'y a aucun mois de l'année pendant lequel la foudre ne ſe faſſe entendre : on n'entend cependant que très peu de tonnerre pendant le mois de Juillet; il s'y fait très fréquemment entendre pendant les mois de Janvier, d'Avril & de Novembre : en un mot, il tonne dans cet endroit 50 fois & plus dans l'eſpace d'une année. Le tonnerre ſe fait auſſi entendre au milieu de l'Océan. Les anciens Marins ont néanmoins aſſuré qu'ils ont été moins ſouvent ſurpris de l'orage & du tonnerre en pleine mer, que vers des Iſles, ou vers le Continent.

On n'entend jamais la foudre ni le tonnerre dans la Ville de Lima, ſituée en Amérique, quoique ce phénomene ſoit auſſi fréquent à 30 milles de cet endroit en tirant vers l'Eſt, que dans la Ville de Quito (5). On ne voit jamais tomber de pluie, & on n'entend jamais tonner dans le Royaume du Pérou, depuis le fleuve Guajaquil, au delà d'Arica, vers les deſerts nommés Atacama, dans un eſpace de 400 milles en longueur, & 20 ou 30 milles de largeur; le ciel y eſt toujours ſec, parceque le terrein y eſt ſec & ſablonneux.

§ MMDXXXIII. Comme dans les régions boréales, telles que l'Amérique ſeptentrionale, la Suede, la Ruſſie, le Dannemarck, l'Allemagne, la

(1) Cleghorn Obſerv. in Minorca.
(2) Plin. Hiſt. Nat. Lib. 2. cap. 51. Hiſt. du mont Véſuve, pag. 68, 69.
(3) Alex. Ruſſel Nat Hiſt. of Alepo. pag. 2. cap. 1.
(4) Mandelſlo Itiner. Lib. 1. pag. 59.
(5) Ulloa, Voyage au Pérou, pag. 460.

Hollande, l'Angleterre, la croûte extérieure de la terre se trouve resserrée par le froid qu'on y éprouve pendant l'hiver, ainsi que par la neige & la glace qui la couvrent; il ne s'éleve alors de la terre que très peu d'exhalaisons : ces exhalaisons élevées dans l'atmosphere, rencontrant un air froid, n'y reçoivent qu'une très petite atmosphere électrique; parceque ce fluide y est bien moins abondant pendant l'hiver : & c'est pour cela que les expériences sur l'électricité ne réussissent pas si bien, dans ces contrées, pendant le froid que pendant l'été. La matiere électrique n'y est même pas toujours uniformément répandue dans l'atmosphere; & conséquemment les nuées qui se forment alors, & qui flottent dans la région supérieure de l'air, ne peuvent être que fort peu électriques, ce qui indique manifestement la raison pour laquelle il ne tonne que très rarement pendant l'hiver dans les contrées que nous venons de nommer, & il n'y tonne jamais, à moins qu'il ne survienne une plus grande chaleur dans l'atmosphere, & que les exhalaisons qui s'y élevent ne se trouvent entourées d'une grande quantité de matiere électrique : c'est aussi pour cette raison que lorsqu'il tonne en hiver dans ces contrées, on remarque qu'il s'est fait sentir une chaleur extraordinaire quelques jours auparavant. Mais aussi dès que le soleil du printems vient à échauffer la terre, & à dilater ses pores, il s'éleve alors de son sein une plus grande abondance d'exhalaisons; ces exhalaisons sont alors plus échauffées par la chaleur qui se fait sentir dans le mois d'Avril, & elles sont entourées d'une plus grande quantité d'électricité, ce qui produit quelques orages & quelques tonnerres de tems à autres : mais la chaleur étant plus grande au mois de Mai, elle pénetre plus profondément la croûte qui enveloppe le globe terrestre; elle y excite donc une plus grande transpiration, & elle éleve dans l'atmosphere toutes les exhaisons que le froid de l'hiver avoit condensées & retenues vers la surface de ce globe. La matiere électrique étant alors plus abondante dans l'air, elle se distribue plus copieusement dans quelques nuées; elle forme autour d'elles une plus grande atmosphere, & le tonnerre se fait alors entendre plus fréquemment, & sur tout si on a ressenti la veille, ou deux jours auparavant, une plus grande chaleur. Il reste donc alors, pour le mois de Juin, une moindre quantité d'exhalaisons renfermées vers la croûte extérieure de la terre. Mais aussi la chaleur du soleil, devenant plus active, & pénétrant plus profondément ce globe, atténue la matiere que ses entrailles recelent, l'oblige à s'élever vers sa surface, la prépare de façon que les ardeurs du mois de Juillet l'arrachent, pour ainsi dire, toute-à-la fois du globe qui la retient, l'élevent dans l'atmosphere : cette matiere enveloppée d'une copieuse quantité de fluide électrique, qui est alors très abondant dans l'air, venant à rencontrer d'autres corps non électriques, ou qui ne le sont que peu, lance son feu contre ces corps, & produit ces détonnations qu'on observe pendant ce tems; ce qui fait que la foudre & les tonnerres se font entendre aussi fréquemment pendant le mois de Juillet que pendant le mois de Mai. Plus la chaleur de l'été est grande, plus les tonnerres sont fréquens; car alors l'atmosphere est surchargée d'électricité. La chaleur venant ensuite à diminuer pendant les mois suivants, la terre fournit alors une moindre quantité d'exhalaisons propres à produire la foudre & le tonnerre; aussi remarque-t on alors que ce phénomene se manifeste moins fréquem-

ment, jusqu'à ce que la terre, resserrée par le froid du mois d'Octobre & des autres mois d'hiver, n'envoie presque plus d'exhalaisons dans l'atmosphere, ou que ces exhalaisons n'acquerent plus d'atmosphere électrique.

On voit par là pour quelle raison le tonnerre ne se fait que très rarement entendre lorsqu'il regne un vent de Nord-Est & de Nord Ouest; car ces vents resserrent, par le froid qu'ils portent avec eux, les pores de la terre, & s'opposent à ce que les exhalaisons propres à produire la foudre, ne s'élevent de sa surface, ou ils empêchent que ces exhalaisons, étant élevées dans l'air, & flottantes dans l'atmosphere, ne soient abondamment entourées de fluide électrique : c'est pour cette raison qu'on ne vit à Leyde aucune foudre pendant le mois de Juin de l'année 1749; parceque les vents glaciales du Nord soufflerent presque toujours pendant le courant de ce mois : on n'y observa que du tonnerre seulement en 1740, qui fut une année très froide; il tonna une seule fois pendant les mois de Mai & d'Août, & il ne tonna point pendant les mois de Juin & de Septembre. Le mois de Juillet fut très froid en 1741, aussi ne tonna-t il point pendant ce mois. Le mois de Juin de l'année 1742 fut aussi très froid, & on n'entendit aucun tonnerre pendant ce mois.

Au contraire, lorsqu'il regne un vent de Sud qui est très chaud, les pores de la terre sont ouverts, & il s'en exhale abondamment une matiere propre à produire la foudre, qui s'embrâse aisément, & qui détonne avec la plus grande facilité : c'est pour cela, qu'en 1742, il tonna 5 fois pendant le mois de Juillet; parceque le vent d'Ouest regna pendant le courant de ce mois. Il tonna aussi cinq fois pendant le mois de Juin, & 5 fois pendant le mois de Juillet de l'année 1756; parceque la chaleur fut fort grande pendant le courant de ces deux mois. J'ai appris, par plusieurs observations, que lorsque la chaleur ne diminue point après le tonnerre, il tonne encore le même jour, ou le jour suivant.

Il ne tonne jamais dans le Groenland, ni dans la Baye d'Hudson; parceque la chaleur ne se fait jamais sentir dans ces deux endroits, & que la terre y est toujours resserrée par la glace & par le froid qui y regne perpétuellement; ce qui fait que la matiere propre à engendrer la foudre & le tonnerre, demeure toujours resserrée dans les entrailles de la terre, & ne s'y éleve jamais dans l'atmosphere : d'ailleurs le froid qui regne perpétuellement dans une telle atmosphere, fait que l'air n'y est point surchargé de matiere électrique : les brouillards qui s'y élevent, & qui rampent vers la surface de la terre, sont à peine entourés d'une foible électricité. Il ne tonne presque point aussi dans l'Hibernie; parceque l'air & le sol de cette Isle sont très humides, & remplis des vapeurs qui s'exhalent des grands lacs qu'on y remarque, & que ce terrein, ainsi que cet air, ne soutirent & ne lâchent point une grande quantité de matiere électrique, & conséquemment ne sont point propres à exciter la foudre ni le tonnerre. Mais pour quelle raison tonne-t il plus souvent pendant l'hiver que pendant l'été dans l'Islande & dans les Isles Orcades ? C'est ce qu'on ne peut encore bien expliquer; peut-être que les exhalaisons qui s'échappent des volcans, fournissent une matiere qui donne occasion aux explosions d'une foudre électrique.

On ne remarque presque point de foudre dans l'Egypte & dans l'Ethiopie,

quoique ces deux régions ſoient très chaudes ; peut-être que les inondations du Nil occaſionnent ce phénomene ; car comme le ſoleil éleve en vapeurs toute l'eau qui s'eſt répandue ſur la ſurface de la terre, l'atmoſphere de ces endroits doit être très humide, & peu propre à l'électricité & à la foudre. Il tonne très fréquemment à Batavia, qui eſt ſituée dans les Indes orientales ; parcequ'il regne toute l'année dans cet endroit une très grande chaleur : car pendant la nuit, lorſqu'on y éprouve le plus grand froid, on y obſerve même 74 degrés de chaleur, & quelquefois 90, pendant le jour. Pour l'ordinaire la température de cet endroit eſt de 80 à 90 degrés. L'air, qui y eſt très échauffé, eſt par conſéquent très propre à recevoir une très grande quantité de matiere électrique, & à en répandre une forte atmoſphere autour des exhalaiſons qui s'y élevent ; ce qui les rend propres à produire des exploſions lorſqu'elles rencontrent d'autres vapeurs. D'après toutes ces obſervations, je conclus que la foudre & les tonnerres ne dépendent pas ſeulement de la chaleur, ou des matieres que la terre roule dans ſon ſein ; mais de quantité d'autres circonſtances, parmi leſquelles il faut compter les exhalaiſons, la chaleur, la matiere électrique qui eſt répandue dans l'atmoſphere, qui s'y trouve quelquefois ſurabondante, & qui forme alors une forte atmoſphere autour de quelques nuées : peut-être même y a-t-il encore pluſieurs autres circonſtances qui concourent à la production de ce phénomene, & que nous ne connoiſſons pas encore. Néanmoins comme on n'obſerve ni foudres, ni tonnerres, ni pluies dans le Pérou, depuis Guajaquil juſqu'à Arica ; il paroît qu'il ne s'éleve de ce terrein ſablonneux aucunes vapeurs, ni aucunes exhalaiſons, & conſéquemment qu'il ne s'y forme aucune nuée pluvieuſe ou fulminante, quoique cependant l'atmoſphere y ſoit ſurchargée d'électricité, par rapport à ſa grande ſéchereſſe ; mais cette matiere électrique ne s'y porte point ſur les corps élevés, contre leſquels elle faſſe exploſion.

§. MMDXXXIV. Mais quelle eſt la cauſe de la mort des hommes & des animaux, qui périſſent d'un coup de foudre, ſans qu'on puiſſe trouver aucune trace de ce qui leur a ôté la vie ?

Ne meurent ils pas par la frayeur que leur cauſe le fracas horrible du tonnerre, & le grand feu dont ils ſont environnés, qui les fait tomber en foibleſſe, dont ils ne peuvent revenir aiſément, ou qui les fait mourir ?

Ne pourroit-on pas dire auſſi que lorſque le tonnerre tombe dans un endroit, il en chaſſe l'air, ou il lui fait perdre ſon reſſort ; de ſorte que les hommes ou les animaux qui ſe trouvent dans cet endroit, s'y trouvent comme dans le vuide, ou dans un air trop rare pour qu'il puiſſe être propre à la reſpiration ?

Ou enfin pourroit on croire que ces hommes, ou ces animaux ſont frappés d'une forte commotion électrique, & que ce fluide pénétrant dans tout leur corps, y briſeroit & y détruiroit les vaiſſeaux qui ſervent à la circulation du fluide vital, ſur-tout les vaiſſeaux du cerveau & du cervelet ?

Différens exemples nous prouvent que ces trois circonſtances peuvent avoir lieu : en effet, le 10 Mars 1750, le tonnerre tomba ſur un moulin, ſitué entre deux Bourgs, nommés Oudendyk & Beets ; il frappa la femme du Meûnier, qui habilloit alors un enfant : cette femme renverſée de deſſus ſon ſiege par ce coup, auroit paſſée pour morte : le feu prit enſuite au moulin ;

on retira cette femme des flammes, & on la mit en lieu de sûreté : revenue à elle même après quelque tems, elle avoua qu'elle avoit été tellement épouvantée par le bruit & le fracas que le tonnerre avoit produit, qu'elle en avoit perdu connoissance, qu'elle n'avoit ressenti aucune douleur, & que depuis ce moment elle n'avoit pensé à rien, de même que si elle eût dormi d'un profond sommeil. Le tonnerre tomba en 1717 sur la tour de l'Eglise de S. Pierre à Hambourg : il y avoit sur cette tour un jeune homme qui s'y étoit endormi ; ce jeune homme, épouvanté du bruit qu'il entendit, en devint tout stupéfait ; perdit connoissance pendant quelque tems, & ne revint à lui que lentement. Nous avons quantité d'exemples de personnes qui sont mortes d'effroi ; ce qui fait qu'on ne doit point douter que le tonnerre tombant autour de certaines personnes qui s'effraient aisément, ne puisse les faire mourir.

Je conclus, d'après les observations de *Duverney* (1) & de *Pitcarn* (2), que le tonnerre fait mourir plusieurs personnes de la même maniere que si elles étoient renfermées dans le vuide. En effet, ces habiles Anatomistes, ayant ouvert plusieurs hommes & plusieurs animaux qui avoient été tués de la foudre, trouverent que leurs poumons étoient affaissés, de même que ceux des animaux qu'on soumet à l'expérience du vuide, & qu'on y fait périr.

Wallis, *Lower*, & *Willis*, ayant ouvert un jeune homme qui avoit été frappé de la foudre, lui trouverent les poumons gonflés, le cœur sain, & toutes les autres parties en très bon état : d'où on peut conclure que ce jeune homme étoit mort de la peur, ou par une violente commotion électrique. En effet, nous sommes parvenus depuis peu à augmenter tellement la force de l'électricité, à l'aide de quelques instrumens, que nous pouvons, par une seule commotion, faire mourir des animaux, tels que des oiseaux, &c, sans qu'on remarque à l'extérieur aucune solution de continuité, & aucun signe de la cause qui produit un si terrible effet : on remarque cependant, lorsqu'on les ouvre, que les vaisseaux pulmonaires sont lacérés, & que le sang est épanché dans le poumon : on trouve outre cela que le cerveau est blessé. Or comme la foudre est formée d'une plus grande quantité de matiere électrique, elle peut tuer plus aisément les animaux sur lesquels elle tombe. L'électricité, rassemblée avec art, & dirigée sur l'habitude du corps de l'homme, produit sur sa peau de petites macules rouges, qui y subsistent pendant long-tems : ces macules sont produites, ou par les globules rouges du sang qui abordent alors dans les vaisseaux capillaires qui rampent sur la surface de la peau, ou par un sang extravasé : pareillement lorsqu'une foudre électrique tombe auprès d'un homme, ou lorsqu'elle tombe sur lui, elle peut affecter sa peau, la blesser, la froisser, la brûler, y produire une gangrene momentanée ; elle peut même lui briser les os, & les réduire en petites parcelles, & nous avons quantité d'exemples de ces différens effets. En 1684, le tonnerre tomba à Lyon, en France, dans le Monastere des Chartreux ; il se porta sur deux hommes qui étoient assis l'un auprès de l'autre, il en tua un sans qu'on lui trouvât aucune

(1) Hist. Acad. Reg. p. 308. (2) De Mot. quo Sang. p. 59.

contusion,

contusion, aucune blessure, ni aucune brûlure : mais on remarqua que l'autre, qui ne mourut que 8 heures après, avoit le côté droit brûlé jusqu'au pied, de même que s'il eût été exposé pendant long-tems sur un gril à l'action du feu ; ses habits n'avoient cependant souffert aucune atteinte du feu (1). Le tonnerre étant tombé sur un troupeau de moutons, les tua tous, & on trouva ensuite que leurs os avoient été brisés en plusieurs petites parcelles qui s'étoient dispersées dans les chairs, de façon qu'il n'étoit pas possible de manger ces animaux.

§. MMDXXXV. Lorsque le tonnerre parcourt une certaine étendue de chemin sur le terrein, ou sur un mur blanc, il laisse quelquefois des marques de son passage, & des taches semblables à celles que produiroit de l'arsenic (2). Peut-on regarder ces traces comme les parties de la chaux qui auroient été un peu brûlées ou rongées par le feu électrique, ou comme une matiere étrangere apportée par la foudre électrique? Quelques recherches qu'on ait faites jusqu'à présent sur cette matiere, on n'a point encore appris que la matiere électrique seule laissât aucune trace de son passage dans les corps qu'elle parcourt : cependant lorsqu'on électrise une masse d'eau, dans laquelle on a fait fondre du nitre, & que cette dissolution est renfermée dans un grand vase de verre, *Winkler* nous apprend que lorsque l'électricité se porte au-dehors, & qu'elle se répand sur la surface extérieure du vase, elle laisse des traces blanches sur sa surface ; cette surface néanmoins ne paroît point s'être fondue, ni avoir été corrodée : d'où il paroît que ces traces doivent être attribuées à la matiere électrique, qui peut avoir enlevé à l'eau, & emporté avec elle quelques parties nitreuses qu'elle a déposées sur la surface du verre : si ce phénomene ne se produit point ainsi, on peut dire que la matiere électrique n'est pas une matiere simple, mais qu'elle est composée de plusieurs autres matieres, & conséquemment que la foudre électrique est elle-même un composé qui a laissé & abandonné quelques-unes de ses parties sur le mur blanc dont nous venons de parler.

§. MMDXXXVI. Pour l'ordinaire la foudre tombe sur les endroits élevés, comme sur des tours qui sont fort hautes, sur lesquelles on implante des verges de fer pour y arborer des pavillons ; sur les Eglises élevées qui sont ornées de plusieurs croix, ou qui sont couvertes de métal, sur de grands arbres (3) ; & elle brise, elle détruit, elle renverse, elle arrache, elle fond les corps les plus durs & les plus compactes : d'où il suit qu'il n'est pas prudent de se mettre à l'abri de l'orage sous un arbre ; il est beaucoup plus sûr de se tenir en pleine campagne, ainsi que plusieurs observations nous l'ont appris. J'ai vu tomber le tonnerre en Hollande sur des aîles de moulins, qui en furent fendues & brisées par morceaux. On voit souvent des pommiers sur lesquels le tonnerre est tombé, & qui sont fendus depuis le sommet jusqu'à la racine, ou jusqu'à une certaine partie de leur hauteur. *Morton* nous apprend que dans une forêt qui est auprès de Brampton, une espece de chêne qui avoit 10 pieds d'épaisseur, fut fendu par la foudre, & que son

(1) Journ. des Sav. ann. 1684, pag. 323.
(2) Philos. Trans. v. 48. p. 87.
(3) Morton Nat. Hist. Northamp. ch. 5. p. 344. Philos. Trans. n. 454. p. 235.

écorce fut enlevée depuis le sommet jusqu'à la racine dans la longueur de 28 pieds : on voyoit l'écorce de cet arbre qui pendoit vers son sommet sous la forme de rubans, ou de morceaux de peau qui seroient détachés du corps d'un animal : vers la partie inférieure de cet arbre, l'écorce étoit tout-à fait détruite. J'ai remarqué moi-même de semblables phénomenes dans les promenades qui sont dans les Fauxbourgs d'Utrecht : ces phénomenes ne sont pas toujours accompagnés d'incendies. Je ne regarde pas comme quelque chose de certain, que de grands arbres puissent être déracinés par la foudre, que des murs en puissent être abattus, quoique je ne doute point de l'extrême rapidité avec laquelle la foudre se meut dans l'atmosphere : mais lorsque le tonnerre vient à tomber, il est constant que l'air est chassé de l'endroit par où il passe, & qu'il se fait un vuide après lui; l'air ambiant se jettant ensuite avec rapidité dans ce vuide, doit produire un vent très fougueux, qui heurte & frappe avec violence les corps qu'il rencontre, & qui les abat & les détruit. On sait d'ailleurs, par des observations journalieres, que les grands vents déracinent & renversent les arbres les plus grands & les plus vieux : ce qui fait que j'attribue au vent, plutôt qu'à la foudre, les effets dont il est ici question. On peut, par le secours de l'Art, faire passer l'électricité dans toutes sortes de corps, & les faire pénétrer de ce fluide; il n'y a donc rien de surprenant que la foudre électrique pénetre dans le milieu d'un arbre, ou dans le milieu d'un mât de vaisseau, & parcoure toute l'étendue de ces corps. Mais cette foudre électrique peut-elle s'étendre de maniere à fendre un arbre en le pénétrant ? Nous observons qu'une aigrette électrique qu'on fait naître à l'extrêmité d'une pointe de fer, forme une flamme extrêmement divergente, & dont la base s'aggrandit à proportion qu'elle est plus éloignée de la pointe. Pour quelle raison donc une foudre électrique très dense ne pourroit-elle point tomber sur le sommet d'un arbre ou d'un mât, & les pénétrer ? Pourquoi cette flamme ne pourroit elle pas se développer en pénétrant ces corps, & en se développant, briser, écarter leurs fibres, leurs canaux, & conséquemment les fendre ? Pourquoi, si cette foudre pénetre entre l'écorce & l'arbre, ne pourroit-elle pas en séparer l'écorce ? Pareillement si un arbre se trouve situé dans un endroit d'où le tonnerre, par sa chûte, ait repoussé tout l'air, & que cet arbre se trouve comme dans le vuide, l'air compris dans les canaux de cet arbre, exerçant la force de son ressort, se développera en toutes sortes de sens, dilatera les canaux qui le resserrent, & en les dilatant, il les brisera, & il fendra l'arbre. C'est par un semblable procédé que des aîles de moulins & d'autres bois peuvent se fendre. Le premier de Juillet de l'année 1753, le tonnerre tomba sur une Eglise de Leyde, qui étoit bâtie en bois; plusieurs des pieces qui en formoient la couverture, furent arrachées & jettées au dehors : plusieurs solives qui en formoient les parois, furent cassées & fendues, & rien ne brûla.

Quelquefois la foudre embrâse dans sa chûte toutes les substances inflammables qu'elle rencontre, telles que les tours de bois, les toits des Eglises, des maisons, des moulins, des vaisseaux, &c. L'électricité produit le même effet : on peut, en effet, enflammer par ce moyen, de l'esprit de vin éthéré, de l'esprit de vin ordinaire, du soufre, de la poix, de la poudre à canon, &c.

La foudre cependant n'enflamme pas toujours les corps que nous venons d'indiquer; car, comme je l'ai déja dit, la foudre tombe souvent sur des maisons qu'elle n'embrâse pas. Nous vimes un semblable phénomene le 5 de Novembre de l'année 1755. Le tonnerre tomba au-delà de Rotterdam sur un magasin à poudre, il brisa une des poutres qui soutenoient le toit; il brisa encore deux tonneaux, qui étoient remplis de poudre: il les divisa en petites parcelles, sans allumer la poudre. Il y avoit dans cet endroit 800 tonneaux remplis de poudre: or si cette quantité de poudre eût pris feu, tout le Bourg de Maromme eût été emporté & détruit. Pour quelle raison donc la foudre met-elle quelquefois le feu aux corps qu'elle frappe, & ne le met pas quelquefois ? Cet effet viendroit il de la plus grande ou de la moindre quantité de matiere électrique, & de sa densité? Cela dépendroit-il aussi de l'air qui seroit plus ou moins électrique, ou plus ou moins humide? Les fluides, ainsi que les autres substances inflammables, ne s'enflamment pas toujours aussi aisément, par le moyen de l'électricité. J'ai remarqué que malgré tous les efforts que je fis, il ne m'étoit pas quelquefois possible de faire ces expériences, qui réussissent néanmoins si aisément dans tout autre tems, sur-tout pendant l'été, pendant la chaleur, & lorsque l'air est sec & chargé d'électricité.

§. MMDXXXVII. La foudre qui tombe du ciel fond très promptement des métaux, qu'elle ne fait que toucher. Les Anciens connoissoient ce phénomene: on le trouve décrit dans *Lucrece* (1). *Senecque* dit (2) que le tonnerre fond l'argent dans une bourse, sans endommager la bourse, qu'il fond la lame d'une épée, sans faire aucun effet sur le fourreau, qu'il fond le fer d'un javelot sans gâter le bois. *Kundman* nous apprend (3) qu'une aiguille de cuivre qui servoit à retenir les cheveux d'une fille, fut fondue par le tonnerre, sans que les cheveux qui étoient autour fussent aucunement endommagés. Quelqu'un ayant mis dans un hanap d'étain (4) des écus d'argent, enveloppés dans un linge, le tonnerre tombant ensuite dessus, fondit le hanap & les écus, sans brûler le linge; mais on le trouva réduit en poussiere. *Morton* (5) rapporte que dix paysans ayant été frappés de la foudre; l'un d'eux avoit un sac, dans lequel il y avoit une tabatiere d'acier qui avoit été percée en deux ou trois endroits. Les bords de cette boîte avoient été fondus, & formoient de petites vessies. On a observé que les fils de fer dont on se sert pour tirer les marteaux des cloches, placées dans des tours, étoient contournés, fondus, d'une couleur noire, & qu'il y avoit des scories sur ces fils, semblables à celles qu'on observe sur le fer qui a été brûlé dans un fourneau. Bien plus, on a remarqué quelquefois que la foudre fond le fer, & le convertit en grenaille, dont les grains ressemblent à de la grêle.

De semblables effets ne sont point produits dans un instant par le feu terrestre, ni par le feu du soleil; car l'un & l'autre feux enflamment toutes les

(1) Lucret. Lib. 6.
(2) Quæst Nat. Lib. 2. cap. 31.
(3) Rariora Natur. & Artis. §. 2. Art. 24.
(4) C'est une espece de vaisseau dont on peut faire usage pour boire.
(5) Nat. Hist. Northampt. Cap. 5. p. 345. Philos. Trans. n. 236. Biblioth. raisonn. ann. 1747, Part. 2. p. 51.

ſubſtances inflammables, ſur tout lorſqu'ils ſont aſſez violens pour fondre des métaux : auſſi ſi on expoſoit au foyer d'un miroir brûlant une bourſe remplie d'argent, on ne verroit point l'argent ſe fondre & couler ſans que la bourſe fût endommagée : la bourſe au contraire commenceroit à brûler avant que l'argent fût fondu : on ne verroit point le fourreau d'une épée dans ſon entier, tandis que la lame qui ſeroit dedans, ſeroit fondue : on ne verroit point une aiguille à cheveux ſe fondre, & les cheveux demeurer dans leur état naturel ; il faut donc de toute néceſſité que la foudre ſoit compoſée d'une toute autre matiere propre à pénétrer les métaux & à les fondre, & diſpoſée plutôt à agir ſur eux que ſur tout autre corps non électrique. Nous avons appris, par de nouvelles obſervations, que le fluide métallique pénetre très aiſément & très rapidement les métaux qui ne ſont point électriques, & qu'il pénetre plus difficilement tout autre corps qui eſt un peu électrique; puiſque, dans l'eſpace d'une ſeconde, il pénetre & parcourt un fil de fer de 12000 pieds de longueur. *Franklin* a obſervé qu'après avoir chargé 4 grands vaiſſeaux d'une très grande quantité de matiere électrique, il fit prendre une couleur bleue à une aiguille qui flottoit ſur la ſurface d'une maſſe d'eau, & il obſerva outre cela, que la tête & la queue de cette aiguille étoient un peu fondues (1). J'ai vu le célebre Profeſſeur d'Utrecht, M. *Hahn*, incruſter ſur une plaque de verre de l'or tiré d'un morceau de papier doré, & l'incruſter ſi profondément, qu'on ne pût point l'effacer. Si la matiere électrique, que l'art de l'homme peut raſſembler, & qui n'eſt jamais qu'en petite quantité, peut fondre de petits corps métalliques, pourquoi la matiere électrique de la foudre, qui eſt raſſemblée en très grande quantité, ne pourroit-elle pas fondre de plus groſſes maſſes métalliques ? Et comme l'électricité dont nous pouvons diſpoſer pénetre très aiſément les métaux, & trouve de la réſiſtance à pénétrer d'autres ſubſtances électriques, telles que les cheveux des hommes, les poils des animaux ; pareillement l'électricité de la foudre qui frappe une aiguille de tête, peut la liquéfier ſans toucher à la chevelure; elle peut fondre de même une épée ſans endommager le fourreau, qui eſt de cuir, ou de laine. Et comme les hommes ne ſont point couverts de poils, comme les autres animaux, la foudre les pénetre comme les métaux ; elle les frappe, ſur-tout lorſqu'ils ne ſont revêtus que de toile ou d'habits qui ne ſoient point électriques : ou ſi les habits qu'ils portent ſont électriques, mais qu'ils ſoient mouillés & arroſés de pluie, elle les pénetre encore aiſément ; car alors ces vêtemens ſont dans le mêms état que s'ils avoient perdu leur vertu électrique, & l'homme qui les porte peut être aiſément frappé de la foudre.

La foudre pénetre tous les corps que l'électricité pénetre, tels que les tuiles, les murs qui en ſont conſtruits, les pierres, les rochers : & c'eſt pour cette raiſon qu'on voit la foudre ſe faire jour à travers les toits & les lambris des maiſons.

§. MMDXXXVIII. Ne ſeroit-il pas poſſible que les hommes puſſent ſe garantir de la foudre électrique ? Je penſe qu'il n'y a gueres de moyens propres à cet effet, quoique les Anciens nous en aient enſeigné pluſieurs, que

(1) Philoſ. Tranſ. v. 47. p. 190.

je regarde comme fabuleux : cependant comme l'électricité éprouve une résistance à pénétrer les corps électriques, & qu'elle ne peut les pénétrer lorsqu'ils ont une certaine épaisseur, j'imagine que des vêtemens faits de substances fort électriques pourroient être un préservatif contre les effets de la foudre : on dit que César Auguste s'enveloppoit d'une peau de veau marin (1). Mais la peau du castor vaudroit beaucoup mieux ; parcequ'elle est plus électrique : on pourroit encore se mettre à l'abri dans une espece de cabane enduite en-dedans & en-dehors avec de la cire d'Espagne, ou avec une couche épaisse de poix, qui est très électrique, ou on pourroit la tapisser dans toute son étendue intérieure avec des peaux de castor ; car l électricité ne pénetre qu'avec peine la poix. Mais des creux souterrains, des endroits bien fermés & voûtés, des antres profonds, des puits, ne seroient-ils pas des retraites sûres, dans lesquelles on pourroit se mettre à l'abri de la foudre ? puisque la foudre éclate pour l'ordinaire sur les endroits les plus élevés, & qu'elle ne frappe que rarement les lieux bas, & qu'elle pénetre encore plus rarement dans la terre. C'est pour cela que les Empereurs du Japon se cachent avec raison sous la piscine dans un tems d'orage : ils s'y cachent néanmoins avec ce préjugé, que l'eau éteindroit la foudre qui tomberoit dans la piscine (2). Ceux qui, dans le tems d'orage, portent des vêtemens de lin, ou des étoffes d'or ou d'argent, & qui ont une épée au côté, sont plus en danger d'être frappés de la foudre, que ceux dont les vêtemens ne sont que de laine, ou de soie bleue ; parceque la matiere électrique passe plus librement dans tout corps métallique, & plus difficilement dans de la laine, ou dans de la soie bleue, qui est un corps qui est très idioélectrique : mais je parlerai dans l'instant des moyens de détourner la foudre, quoique je doute fort qu'il y ait quelque chose qui puisse être à l'abri de ses effets.

§. MMDXXXIX. Peut-on connoître à quelle distance le tonnerre est éloigné de nous, en faisant attention à la fin de l'éclair foudroyant, & au tems qui se passe ensuite jusqu'à ce que nous entendions gronder le tonnerre ? On peut résoudre ce problême en faisant attention à ce que nous avons dit ci-dessus, par rapport au son, qui parcourt 1100 pieds par secondes ; ainsi en supposant qu'il y ait 6 secondes d'intervalle entre la fin de l'éclair & le bruit du tonnerre que nous entendons, nous pouvons croire que le tonnerre est éloigné de 6600 pieds ; car sa distance est toujours égale au produit de 1100 pieds multipliés par le nombre de secondes qui séparent le coup foudroyant de la lumiere de l'éclair : mais lorsque le bruit du tonnerre se fait entendre en même-tems que nous voyons l'éclair, c'est une marque que le tonnerre est très près de nous, & il est pour lors à craindre pour celui qui fait cette observation. Il arrive quelquefois qu'un nouvel éclair vient à briller subitement dans l'endroit où l'on voyoit disparoître sa lumiere ; c'est une marque que la foudre rencontre en cet endroit une nouvelle quantité de matiere électrique, & que l'atmosphere est alors surchargé d'électricité : dans ce cas la foudre est très à craindre ; car elle produit çà & là pour l'ordinaire quantité d'incendies.

§. MMDXL. Pour quelle raison les maisons, & quantité d'autres corps,

(1) Sueton. in August. cap. 90. p. 267. (2) Kempfer Amœnitat. Exotic.

retentissent-ils lorsque les éclats du tonnerre sont violens ? Cela vient de ce que le son excite des vibrations, & fait résonner tous les corps qui sont disposés à l'unisson, ou à une octave quelconque, ou qui sont propres à donner la tierce du son principal. Aussi remarque-t on que toutes les parties d'une maison, par exemple, ne retentissent pas alors, mais seulement celles qui sont harmoniques & qui sont propres à produire les sons que nous venons d'indiquer.

§. MMDXLI. Lorsque le tonnerre gronde, on remarque que certains fluides commencent à fermenter, & que d'autres qui étoient déja en fermentation, cessent alors de fermenter ; ce qui vient du mouvement intestin & rapide que la matiere électrique excite alors dans l'air, & non pas seulement du mouvement que les vents produisent dans ce fluide. L'air chargé d'électricité & doué d'un mouvement intestin, pénetre librement dans les fluides, tels que le vin, la bierre, qui ont une tendance à la fermentation ; il les agite, il leur communique le mouvement intestin dont il jouit, & il y réveille le mouvement de fermentation : c'est pour cela que ceux qui font de la bierre, ainsi que les Vignerons, ont la prudence de fermer leurs celliers dans un tems d'orage, de maniere à exclure tout passage à l'air extérieur.

Lorsqu'une pâte de farine est en fermentation par le moyen de la bierre, & que l'endroit où elle est n'est pas clos, à l'approche d'un tonnerre violent, l'air est fortement ébranlé, les maisons retentissent de ses éclats ; les parties de la farine se mettent aussi en vibrations, les petites vésicules que la fermentation avoit excitées, & qui formoient une masse spongieuse, se crevent, l'air s'en échappe, les parties retombent les unes sur les autres, & la fermentation cesse : le mouvement seul excité par l'ébranlement des vaisseaux dans lesquels on fait lever de la pâte, suffit pour troubler la fermentation, & pour la détruire, ainsi que le savent très bien les Pâtissiers, les Boulangers, & les gens d'office qui sont chargés de ce soin.

§. MMDXLII. Pourquoi voit-on plusieurs choses se corrompre dans les celliers qui ne sont pas beaucoup profonds, & qui sont ouverts, ou qui ne sont pas exactement fermés, lorsqu'un tonnerre violent a passé au-dessus, ou à peu de distance de ces sortes d'endroits ? On remarque ce phénomene dans le beurre, dans la crême, qui s'aigrit : aussi les Paysans de Hollande, qui connoissent cet accident, ont ils grand soin de fermer exactement leurs celliers dans un tems d'orage, afin de garantir leur beurre & leur crême de l'accident qui les menace : cet accident vient de ce que, dans un tems d'orage, l'air est surchargé d'une matiere électrique qui tend à l'acidité, qui pénetre dans les celliers, s'y mêle avec le lait, le beurre, & leur communique un mouvement intestin, qui augmente la tendance que la crême a pour s'aigrir, & qui la corrompt.

§ MMDXLIII. N'y a-t-il aucun moyen de détourner la foudre & de la déterminer vers un autre endroit ? C'est ce qu'on a tenté de différentes manieres.

1°. Par une décharge de canons qu'on pointe vers les nuées, afin que les violentes secousses qu'on communique alors à l'air, puissent rompre les nuées & les diriger vers un autre endroit, & afin de calmer le vent que la

foudre excite : il pourroit se faire aussi que la fumée produite par l'inflammation de la poudre à canon, pût concourir à éteindre la foudre ; car on sait par expérience que la fumée est un obstacle à la matiere électrique ; ainsi pour quelle raison ne diminueroit-elle point, ou ne détruiroit-elle pas l'électricité de la foudre ? Mais comme nous ne faisons pas usage de ce moyen en Hollande, j'ignore s'il est propre à produire l'effet qu'on en attend.

2°. Dans certains endroits on a recours au son des cloches, & on imagine que c'est un expédient propre à détourner la foudre. Mais *Resta* remarque très justement à cet égard (1), que c'est un moyen imaginé par la piété des Catholiques, & qu'on a plus de confiance aux secours de l'Eglise, qu'à l'efficace physique du son. Aussi le célebre *Pluche* dit (2) que, dans l'espace de 30 ans, il a observé cinq orages, pendant lesquels le tonnerre est tombé sur cinq clochers, dont on faisoit sonner toutes les cloches. Deux hommes dignes de foi rapportent des événemens semblables. En 1718 le tonnerre tomba dans la Basse-Bretagne le long des côtes qui s'étendent depuis Landerneau jusqu'à Saint-Paul-de-Leon ; il tomba sur 24 Eglises, & précisément sur celles où l'on sonnoit les cloches, tandis que les Eglises où l'on ne sonnoit point furent à l'abri de cet accident (3). C'est pour cette raison que M. *Duhamel* a proscrit prudemment cet expédient (4) ; car des cloches de métal frappées par des battans de fer, & mises en vibrations, sont plus exposées aux effets de l'électricité de l'air, que lorsqu'elles restent en repos ; de sorte que l'électricité de la foudre est plutôt attirée que détournée par le son des cloches.

3°. Le célebre *Winkler* nous propose un moyen plus infaillible de détourner la foudre. Il remarque que, dans un tems d'orage, l'air est ordinairement surchargé de matiere électrique, & que cette matiere passe librement dans le fer, & le pénetre avec une très grande rapidité. Si on éleve donc sur le sommet d'une tour, d'une Eglise, d'une maison, une barre de fer qui ne soit point trop menue, & qui y soit isolée sur un corps idioélectrique, & qu'on attache à cette barre un long fil de fer de 3 lignes de diametre, arrêté à un pieu planté en terre à une grande distance de la tour, de façon que le fil de fer soit tendu dans l'air & ne touche à rien ; alors si une nuée orageuse, ou la foudre qui court dans la région supérieure de l'air, vient à se diriger & à se porter contre la barre de fer, elle coulera dans le fil de fer (qu'on a judicieusement nommé *fil de salut*) & elle se perdra dans la terre, ou dans une eau courante, en supposant que ce fil, qui se termine en anneau, soit fixé en terre, ou plongé dans une riviere ; & par ce moyen la foudre sera détournée des parties de la tour, de l'Eglise ou de la maison. Si le Palais ou l'Eglise qu'on veut garantir des atteintes de la foudre, sont d'une grande étendue, on pourra y établir deux, trois, quatre, ou même plusieurs barres de fer qu'on placera sur leurs angles, au milieu & sur les parties saillantes, à chacune desquelles on attachera un fil de salut qui descendra jusqu'en terre, & qui dé-

(1) Meteor. Lib. 1. Tom. 2 p. 88. Ulloa, Voyage au Pérou, Liv. 6. chap. 3. p. 290.
(2) Spectacle de la Nature, Tom. 7. pag. 327.
(3) Histoire de l'Académie Royale, année 1719.
(4) Histoire de l'Académie Royale, année 1747.

tournera la matiere foudroyante qui tendoit à se porter sur ces endroits, & qui la dissipera dans la terre, ainsi que le célebre *Beccaria* nous le conseille dans sa quatorzieme lettre. En effet, nous savons par expérience, qu'on parvient à soutirer du ciel la matiere foudroyante électrique, à l'aide d'un fil de fer, & à la conduire dans notre globe : c'est un fait qui est prouvé d'une maniere inconteſtable par les expériences qu'on a faites avec des cerfs-volans.

Un Chanoine nommé *Divisch*, qui demeure dans la Ville de Prenditz, en Moravie, a imaginé un appareil, dont il nous a caché jusqu'à présent la description, & au moyen duquel il prétend détourner la foudre : voici les observations qu'il a publiées en 1754. Le 9 de Juillet on voyoit dans le ciel des nuages orageux : ce Chanoine monta sa machine, les nuées qui passoient au-dessus se rompoient, & lançoient des rayons sur cette machine, qui parurent s'aggrandir dans l'éloignement, jusqu'à ce qu'ils disparurent. Le 10 du même mois une nuée foudroyante lançoit contre cette machine des rayons blancs, qui devinrent plus grands lorsque la nuée fut plus élevée au-dessus de l'horison, & qu'elle passa au dessus de la machine, & ce météore disparut dans l'espace d'une heure; mais il y eut une tempête & un orage terrible dans les campagnes voisines, tandis que le ciel étoit calme & tranquille au-dessus de la Ville de Prenditz. Vers le soir l'orage & le tonnerre s'approchant de la Ville, ils passerent tranquillement sur elle, en y versant seulement une petite pluie, & on n'entendit le tonnerre qu'à une très grande distance au delà de la Ville.

Personne n'a mieux traité de la foudre & du tonnerre que le célebre *J. B. Beccaria*, dans des Lettres qu'il a écrites sur l'électricité.

§. MMDXLIV. Quoique j'aie fait dépendre jusqu'à présent la foudre & le tonnerre de l'électricité de l'air, & de certaines nuées qui se trouvent suspendues dans l'atmosphere, & que je me sois appliqué à en déduire quantité de phénomenes, il reste néanmoins dans cette nouvelle opinion des difficultés qui font qu'on ne peut pas rendre exactement & clairement raison de tous les phénomenes, & qu'on ne doit point encore les ranger dans la classe des choses démontrées. Il pourroit bien se faire en effet, que le tonnerre ne fût qu'une cause occasionnelle, & non la cause efficiente de tous les phénomenes électriques, ainsi que l'Abbé *Nollet* nous en avertit prudemment (1); car il peut se faire que les nuées qui contiennent la matiere de la foudre, ne fassent que développer ou relâcher la matiere électrique de la masse d'air qu'elles rencontrent, & que la foudre, par son éclat, lançât en toutes sortes de sens, & en plus grande quantité, cette matiere développée ou relâchée. Aussi le célebre *le Monnier* a-t-il observé qu'un homme isolé sur un pain de résine au milieu d'un jardin, devenoit électrique dans un tems d'orage, & attiroit avec la main de la sciure de bois, placée sur un morceau de plomb : mais on a souvent observé que l'air ne donnoit aucun signe d'électricité, lorsque, pendant un violent orage, il tomboit une pluie large & abondante. Aussi M. *Mazeas* nous assure-t-il qu'il a observé des circonstances dans lesquelles certaines nuées produisoient une plus forte électricité, sans que le

(1) Philos. Trans. v. 47. p. 558.

tonnerre

tonnerre & la foudre se fissent entendre, que lorsque le tonnerre grondoit violemment : il nous assure encore avoir observé d'autres fois que l'électricité n'étoit que sensible pendant que la foudre grondoit ; d'autres fois que l'électricité disparoissoit tandis que la pluie tomboit, & qu'elle renaissoit lorsque la pluie cessoit, quoique le tonnerre fût fort éloigné.

Le célebre *Ludolf* a remarqué à Berlin, qu'à chaque coup de tonnerre l'électricité disparoissoit quelquefois pendant l'espace de 30 secondes, & même plus.

Une nuée noire & orageuse s'étant un jour formée à Petersbourg, le célebre *Lomonoscow* observa plusieurs flammes qui sortoient d'une barre de fer suspendue, & des angles des bois voisins : ces dernieres se dirigeoient vers la barre de fer : mais un éclair & un coup de tonnerre étant tout-à-coup survenus, toutes ces aigrettes lumineuses disparurent aussi tôt (1). Ce célebre Physicien ajoûte encore l'observation suivante. On voyoit courir dans le ciel une nuée noire & orageuse, poussée par un vent de Sud Ouest, qui n'avoit été précédée, qui n'étoit accompagnée, ni suivie d'aucune foudre, ni d'aucun tonnerre ; cependant l'électrometre indiquoit une électricité de plus de 30 degrés, & la verge de fer, ainsi que le fil, fournissoient des étincelles qu'on pouvoit à peine supporter : l'électricité ne paroissoit même pas affoiblie par les attouchemens fréquemment réitérés de ceux qui étoient présens : car l'index demeuroit constamment au même degré, & on tiroit néanmoins 3 ou 4 étincelles pendant chaque seconde. Ce phénomene s'étant fait observer pendant l'espace d'une demi-heure, il survint une grosse pluie, & l'électricité cessa; mais elle revint ensuite après l'espace d'environ cinq minutes, quoique la pluie continuât de tomber, mais elle ne subsista que pendant un quart d'heure.

§. MMDXLV. L'usage de la foudre & du tonnerre est d'ébranler l'air, de le mouvoir, de condenser certaines nuées, de les réduire en eau, & de faire tomber sur la terre une pluie qui porte la fécondité aux plantes, & qui contribue à la végétation ; aussi regarde-t-on cette pluie comme plus fertile que toute autre : est-ce un préjugé, où est-ce un fait ; c'est ce que je ne puis assurer

2°. La foudre tempere la grande chaleur de l'atmosphere : j'ai en effet presque toujours observé qu'il faisoit froid quelques heures après le tonnerre, sur tout lorsqu'il étoit tombé de la pluie; car lorsque cette pluie tombe de la plus haute région de l'air, de la région glaciale, il fait toujours froid : car elle tempere la chaleur des couches inférieures de l'air, par lesquelles elle passe.

3°. Peut-être que la foudre & le tonnerre nous procurent d'autres avantages que nous ne connoissons pas encore : nous savons par expérience que le tonnerre fait mourir les poulets renfermés dans les œufs que les poules couvent alors; peut-être produit-il le même effet sur les œufs de plusieurs insectes, qui pourroient en fournir une trop grande quantité qui deviendroit nuisible aux plantes & aux hommes : peut-être le tonnerre fait-il périr aussi les graines des petites moisissures. Mais pour ne me point trop livrer à de

(1) Annua Sacra, ann. 1753.

simples imaginations, j'aime mieux abandonner à ceux qui viendront après moi le soin de rechercher les avantages qu'on peut retirer de ce météore.

§. MMDXLVI. Il y a encore plusieurs autres météores ignés auxquels on donne des noms relatifs à leurs figures. Je nomme, par exemple, *serpent* ce météore qui parut le 7 Août de l'année 1741, que j'observai vers les 10 heures 20′ du soir. Le ciel étoit serein, l'air étoit chaud : je vis tout à coup paroître une lumiere très brillante, qui parut s'élever de la terre dans l'air sous la forme d'un serpent, qui y formoit de petites inflexions; il avoit environ 15 minutes de degrés en largeur, & 20 degrés de longueur : il subsista pendant l'espace de 2 ou 3 minutes; il répandit une si grande lumiere sur la terre, que j'aurois pu voir distinctement une aiguille couchée sur le terrein : insensiblement ce météore s'arrondit en forme de cercle, & il se changea ensuite en une petite nuée blanche lumineuse, mais si épaisse au commencement, qu'on ne pouvoit pas voir les étoiles à travers son épaisseur : cette nuée se raréfia ensuite, devint transparente, semblable à la voie lactée, elle avoit un demi-degré de diametre : elle commença à disparoître vers la partie orientale du monde, & ensuite vers la partie occidentale; de sorte qu'il n'en restoit aucun vestige dix minutes après. Lorsque ce météore commença à paroître, on entendit une espece de petit murmure, semblable à celui que produit une flamme violente; peut être que ce murmure étoit produit par les exhalaisons oléagineuses que la chaleur du jour avoit élevées dans l'atmosphere, lesquelles, étant un peu condensées par le froid du soir, avoient été allumées par une cause quelconque vers leur partie inférieure, & que la flamme s'élevoit en suivant la route de ces exhalaisons, qui lui fournissoient un aliment convenable.

On a aussi remarqué en différens tems des tourbillons de feu; mais ces météores sont beaucoup plus rares que les trombes dont nous avons parlé ci-dessus; ce qui fait que je n'en puis encore donner que la description. Le 10 Août 1689, on vit sur les cinq heures après midi, le ciel étant serein, une espece de fourneau d'où sortoient des flammes, lesquelles, étant confondues avec la fumée & les cendres, formoient une espece de pyramide, sur le sommet de laquelle on remarquoit une colonne qui s'élevoit jusqu'à une nuée épaisse. Cette nuée formoit un chapiteau à cette colonne, dont le diametre paroissoit être de deux pieds, & elle se portoit du Septentrion au Midi; il survint une tempête qui la fit disparoître. Elle effraya tous ceux au-dessus desquels elle passa; quelqu'un même en mourut de frayeur : on éprouva dans tous les endroits qu'elle parcourut, un tourbillon de vent qui enleva tous les corps légers, & les transporta dans l'atmosphere : ce vent applanit les terres qui étoient récemment labourées; il arracha & dispersa l'avoine qui n'étoit point encore coupée, de façon qu'il ne resta pas un seul épi à côté d'un autre (1). On vit dans une bruyere un météore qui ressembloit assez à un tourbillon de vent, qui étoit accompagné d'une fumée épaisse qui jettoit une flamme languissante, qui pétilloit, de même qu'une chaumiere qui brûleroit : ce météore se mouvoit très lentement; il avoit en-

(1) Journal des Savans, année 1687, pag. 708.

viron 90 pieds de largeur ; il emportoit tout ce qu'il rencontroit dans l'étendue du terrein qu'il parcouroit ; il arrachoit les haies, les pieux, les pierres des chemins : il portoit avec lui une forte odeur de soufre ; néanmoins le ciel étoit serein, & ne laissoit voir aucun signe d'orage & de tempête (1).

On vit en 1725 un tourbillon de feu accompagné d'un bruit épouvantable, qui jettoit une fumée noire : la lumiere de ce météore étoit plus vive au milieu : sa clarté augmentoit à proportion qu'il s'élevoit : il avoit six pieds de largeur, il s'élevoit avec une très grande rapidité jusqu'à une nuée noire qui paroissoit le repousser lorsqu'il y touchoit. Après un certain tems ce météore diminua, le son s'affoiblit aussi en même-tems ; mais il acquit ensuite de nouveaux degrés d'intensité : ce météore ne s'élevoit pas toujours en ligne droite ; mais formant comme une espece de corne, le vent le courboit : sa vîtesse étoit plus grande vers sa partie inférieure que vers la supérieure ; enfin il se dissipa en produisant une détonnation semblable à un coup de tonnerre (2).

Le P. *Boscovich* nous a donné la description d'un semblable phénomene qui parut la nuit du 11 au 12 Juin de l'année 1749, & qui produisit beaucoup de dommage dans une grande partie de Rome. Il parut un tourbillon sous la forme d'une nuée longue & noire, qui s'étendoit jusques vers la surface de la terre, & qui jettoit des flammes dans toute son étendue, qui répandoient une odeur de soufre : cette nuée venoit du côté d'Ostie ; elle traversoit une grande partie de la Ville de Rome en ligne sensiblement droite : & s'étant étendue jusqu'au-delà de la Ville, elle parcourut, avec une extrême rapidité, un espace de plus de 20 milles. Avant que ce tourbillon parvînt jusqu'à Rome, on entendit du tonnerre, & la foudre se manifesta lorsqu'il s'approcha de la Ville : les habitans sentirent un vent violent, accompagné d'un son *rauque* : les maisons que ce tourbillon toucha, ou auprès desquelles il passa, fremirent de même que si elles avoient éprouvé l'effet d'un tremblement de terre ; elles furent ensuite agitées d'un mouvement ondulatoire plus ou moins grand. Il succéda à cela un grand calme dans l'air : on n'y sentit plus aucun vent ; les parties des maisons qui avoient été agitées, furent séparées les unes des autres, & tomberent en ruines : on remarqua encore d'autres accidens, les arbres mêmes furent déracinés (3).

Adanson observa aussi un semblable phénomene en Nigritie ; ce tourbillon avoit 10 pieds de grosseur & 250 de hauteur : on le voyoit courir au-dessus de la surface d'un fleuve nommé Niger ; l'eau de ce fleuve en étoit extrêmement échauffée ; elle répandoit une odeur de nitre dans tous les endroits où elle passoit, qui provoquoit l'éternuement, & occasionnoit une difficulté de respirer : les habitans de ce Pays lui assurerent que ces sortes de phénomenes brûloient souvent leurs cabanes (4).

§. MMDXLVII. Il y a encore d'autres météores ignés. Les habitans de Bologne se rappellent encore une flamme céleste qu'ils observerent en 1743.

(1) Philosoph. Transact. n. 465.
(2) Histoire de l'Académie Royale, année 1725.
(3) Acta Lipsiens. Nov. ann 1753. Mars, pag. 129.
(4) Adanson, Voyage au Sénégal, Tom. 1. pag. 123.

Ils virent deux zônes ignées à l'Orient de l'Esio : ces deux zônes tiroient sur le blanc ; elles étoient très brillantes, elles s'étendoient en longueur, elles se courboient souvent, & enfin elles se joignirent ensemble pour n'en former qu'une seule. Dans ce tems le vent étoit au Nord-Ouest, & on entendoit un bruit qui ne pouvoit point venir du vent, mais de ces zônes. Ce phénomene se fixa néanmoins pendant quelques minutes ; quoique la longueur & la largeur de ces zônes variassent souvent, elles paroissoient avoir quatre travers de doigt de largeur : lorsque ces zônes s'évanouirent, l'air qui les entouroit demeura extrêmement clair & extrêmement brillant, & il demeura ainsi jusqu'au soir, & ce phénomene n'eut aucune suite (1).

CHAPITRE XLIV.

Des Météores aériens, ou des vents.

§. MMDXLVIII. On dit que le vent souffle lorsqu'une certaine portion de l'air de notre atmosphere passe d'un lieu dans un autre, de façon qu'on peut sentir son mouvement ou l'appercevoir. Le vent n'a donc pas été mal défini par les Anciens, *un cours d'air plus prompt qu'un autre, une onde d'air qui coule avec une surabondance incertaine de mouvement* (2). *Un courant d'air, une effusion, un fleuve* (3), *un air qui coule d'un côté.* C'est pour cela que *Lucrece* dit *qu'il fait vent lorsque l'air est emporté avec une grande agitation* (4). *Gassendi* ne s'est donc point trompé, lorsqu'il dit que le vent n'étoit qu'une agitation de l'air, ou un air agité (5).

§. MMDXLIX. Le vent n'est donc pas simplement composé de vapeurs, ou d'exhalaisons, ou d'une certaine substance spéciale, ou de corps inconnus (6), comme le prétend *Lucrece*, ou des exhalaisons froides de la terre, différentes de celles de l'air (7), comme le prétendent plusieurs Physiciens ; mais c'est une partie de l'atmosphere transportée d'un lieu dans un autre avec toutes les vapeurs & toutes les exhalaisons qui se trouvent renfermées dans cette partie de l'atmosphere : par conséquent tout ce qui peut pousser l'air & lui faire changer de place, produit du vent : ainsi lorsqu'on presse & qu'on abaisse l'un contre l'autre les panneaux d'un soufflet, & qu'on en chasse l'air par le bec, on excite un vent qui pousse devant lui l'air qu'il rencontre, ainsi que tous les corps qui flottent & qui nagent dans son sein. Mais si l'atmos-

(1) Comment. Bonon. Vol. 2. pag. 459.
(2) Vitruvius, Lib. 1. cap. 6.
(3) Hyppocrat. Lib. de Flatibus. Plutarch. Lib. 3. Plat. 7. in Phænom. Seneca, Lib. 5. cap. 6. Quæst. 11.
(4) Lucretius, Lib. 6. v. 685.
(5) In Phys. Sect. 3. Lib. 2. cap. 1. pag. 65.
(6) Lib. 1. v. 278. & 296.
(7) Cicero, Cap. 6. de Divin.

phere eſt chargée de vapeurs, d'exhalaiſons, ou d'autres ſubſtances quelconques qui s'y dilatent, qui s'y meuvent & qui ſe pouſſent les unes & les autres, ces ſubſtances pouſſeront auſſi l'air entr'elles; de ſorte que le vent qui en réſultera ſera un mouvement de l'air & des autres ſubſtances qui flottent dans ſon ſein, qui ſe tranſporteront enſemble d'un lieu dans un autre.

§. MMDL. Quelques Phyſiciens demandent quelle eſpece de mouvement doit être produit dans l'air pour former du vent? L'air doit-il être mu en lignes droites ſeulement, tel que l'air qui ſort par le bec d'un ſoufflet, ou bien doit-il être mu en toutes ſortes de ſens, & ſelon toutes ſortes de directions, par une cauſe qui tendroit à ſe développer circulairement? L'air doit-il être agité en forme d'ondes, telles qu'on en remarque dans la mer, qui s'élevent & qui s'abaiſſent enſuite, & qui en même-tems s'avancent & paſſent d'un lieu dans un autre, ainſi qu'on l'obſerve lorſque les vagues de la mer abordent vers le rivage, & qu'elles y apportent avec elles différens corps.

Quant au mouvement ondulatoire, comme nous ne remarquons point ce mouvement à la ſurface de l'atmoſphere, comme nous l'obſervons ſur la ſurface de l'eau, & que d'ailleurs il ne nous a point été donné de voir ce qui paſſe dans l'atmoſphere au-delà d'une très petite diſtance au-deſſus de la ſurface de la terre, j'imagine que ce mouvement d'ondulation peut exiſter dans l'air auſſi-bien qu'il exiſte dans tous les fluides qui ſont ſoumis à nos recherches & à nos expériences. Néanmoins il eſt conſtant qu'il exiſte dans l'air une eſpece de mouvement ondulatoire & de frémiſſement, lors même que ce fluide n'eſt que peu agité par le vent; car lorſque nous obſervons, à l'aide d'un grand téleſcope, des objets qui ſont fort éloignés, nous remarquons dans ces objets un mouvement vibratoire, qui fait même que nous ne pouvons les diſtinguer parfaitement. 2°. Le ſon ſe propage ſous la forme d'ondulations. 3°. Nous remarquons que pluſieurs vents impétueux ſoufflent avec de certaines interruptions, & qu'il y a une diſtance qui ſépare chaque impulſion de ces vents les unes des autres: or ces impulſions qui ſe ſuccedent les unes & les autres, peuvent venir des ondulations de l'air, qui ſe ſuccéderoient mutuellement les unes & les autres; & c'eſt le ſentiment de *Gaſſendi* (1), & qui fut enſuite adopté par *Clare* (2). Ces habiles Phyſiciens crurent que lorſque l'air étoit ébranlé, il ſe formoit dans ſon ſein comme une eſpece de premiere vague qui en pouſſoit une ſeconde, celle ci une troiſieme, & ainſi de ſuite, juſqu'à ce qu'elles rencontraſſent des montagnes, des nuées, des pluies qui les briſaſſent, ou des vents contraires qui s'oppoſaſſent à leur tranſport, ou qu'elles s'étendiſſent au point de s'affoiblir de plus en plus, & de ſe diſſiper. Mais j'oppoſe à cette eſpece de mouvement ondulatoire les difficultés que voici; ſavoir, que les corps légers qui nagent dans l'atmoſphere, & que le vent pouſſe, ne ſe meuvent point d'un mouvement ondulatoire. On ne voit jamais les nuées ſe mouvoir de cette maniere; on les voit toujours au contraire ſe mouvoir en ligne droite avec la maſſe d'air dans laquelle elles ſont en équilibre; & conſéquemment l'air ſuit le même mouvement. J'avoue néanmoins que le vent qui ſouffle ſur la mer y

(1) Phyſiq. Sect. 3. Lib. 2. cap. 1. pag. 65.
(2) The Motion of Fluids. pag. 260.

excite des ondes; que ces ondes, ainsi que l'air, s'étendent ensemble vers le rivage, & conséquemment que l'air qui repose sur la surface de ces ondes, est nécessairement agité d'un mouvement ondulatoire: mais il ne s'ensuit pas pour cela que tout vent quelconque qui souffle à une grande hauteur au-dessus de la surface de la mer, ou au-dessus du Continent, se meuve d'un mouvement ondulatoire. En effet, l'air n'est pas dense & résistant comme l'eau: c'est un fluide élastique qui peut être comprimé; de sorte que cette compression peut l'agiter de bas en-haut jusqu'à une certaine hauteur; mais il peut être en repos au delà de cette hauteur: aussi remarque-t on que les nuées qui sont suspendues au dessus de la mer, ne sont point agitées d'un mouvement vibratoire; ce qui fait qu'on doit croire que le vent qui rase la surface de la mer, se meut, à la vérité, ainsi que les ondes, d'un mouvement ondulatoire; mais que tout vent quelconque ne se meut pas de cette maniere, mais plus souvent en ligne droite, & selon toute direction quelconque, & sur-tout en ligne droite, par tout où il peut se mouvoir & souffler librement.

§. MMDLI. Si on conçoit un Observateur placé au centre de son horison, l'air qui l'enveloppe de toutes parts, pourra se mouvoir, par rapport à cet Observateur, de bas en haut & de haut en bas, & selon toute direction oblique quelconque; enfin horisontalement selon un nombre infini de différentes directions, par la raison qu'on peut tirer un nombre infini de rayons d'un centre à la circonférence du cercle auquel il appartient, & au contraire, de la circonférence au centre. On imaginera donc des vents qui pourront se mouvoir selon toutes ces différentes directions, comme il y en a réellement. De même que les Mathématiciens ont divisé les cercles en un nombre déterminé de parties, de même ils ont tiré de ces différentes divisions les différentes plages d'où les vents soufflent. Quelques Anciens ne reconnoissoient que quatre sortes de vents; c'étoit le sentiment d'*Homere* (1): mais cette division, comme on le verra bien-tôt, étoit dépourvue de raison. Or comme on peut aussi bien diviser le cercle en six parties qu'en quatre, quelques-uns déterminerent six sortes de vents (2). Et en subdivisant en deux parties chacune de ces six divisions, quelques-uns en compterent douze avec *Varon* (3). D'autres pousserent encore la division plus loin; ils diviserent chacune des douze en deux, & en compterent vingt quatre. Mais ceux qui s'arrêterent à la premiere division des vents, qui les réduisoit à quatre vents cardinaux, diviserent en deux chacun de ces quatre vents; ils en compterent donc 8: ce fut *Andronicus Cyrrhestes* (4) qui en donna l'idée à Athenes, où il éleva une tour octogone de marbre, sur chaque côté de laquelle il désigna les images de chacun de ces vents à l'opposite de l'endroit d'où ils souffloient. On observe quelque chose de semblable à Leyde: on y a désigné sur les huit côtés d'un Temple les différens vents. Mais on subdivisa ensuite ces vents, & on en compta 16 pour la commodité de la navigation: on poussa ensuite la sub-

(1) Homeri Odyssea E. v. 330.
(2) Strabo, Lib. 1.
(3) Seneca. Quæst. Nat. Lib. 5. cap. 16. Plin. Hist. Nat. Lib. 2. cap. 47.
(4) Vitruvius, Lib. 1. cap. 6.

division plus loin, & on en compta 32. Les Hollandois furent les premiers qui donnerent des noms à ces différens vents, & presque toutes les Nations d'aujourd'hui ont souscrit à ces noms, & les ont conservés. Cette division des rhumbs de vents est suffisante; une plus grande division deviendroit inutile, tant parcequ'un vent quelconque occupe une certaine étendue en largeur, que parceque le même vent ne souffle jamais pendant l'espace de deux minutes exactement dans la même direction : c'est pour cela que si nous considérons une girouette bien mobile, établie sur le haut d'une tour, nous ne la verrons jamais en repos dans la même situation; mais elle paroîtra continuellement agitée : d'où il suit qu'il faut donner une certaine étendue à chaque division. Comme les divisions des vents faites par les Anciens sont différentes des nôtres, ils ont donné aux vents des noms différens de ceux sous lesquels nous les connoissons aujourd'hui : ce qui a déterminé le célebre *Kirker* à concilier les vents que nous connoissons à présent, avec les noms que les Anciens leur ont donné. Mais pour ne point introduire ici une question de nom, nous ferons remarquer que, dans nos observations, nous n'avons sur-tout attention qu'à huit points fixes, & que nous donnons le nom de *Septentrio*, *Noord*, au vent qui souffle de la partie septentrionale du monde. Nous nommons *Aquilo*, *Nord-Est*, *Noordoost*, celui qui vient de l'Orient solsticial. Nous appellons *Subsolanus*, *Oost*, celui qui vient de l'Orient équinoxial. Nous nommons *Eurus*, *Sud-Est*, *Zuydoost*, celui qui vient de l'Orient d'hiver. Nous donnons le nom d'*Auster*, du *Sud*, *Zuyd*, à celui qui vient du Midi. Nous nommons *Africus*, *Sud-Ouest*, *Zuydwest*, celui qui vient du Couchant d'hiver. Nous appellons *Favonius*, *Zéphir*, *West*, le vent qui vient du Couchant équinoxial. Nous nommons *Corus*, *Nord-Ouest*, *Noordwest*, celui qui vient du Couchant solsticial. D'où il suit que nous considérons les vents comme s'ils venoient d'un autre endroit vers le nôtre, & que notre contrée s'étendît depuis l'endroit où nous sommes jusqu'à cet autre endroit.

§. MMDLII. Si un vent quelconque souffle de l'un des 4 points cardinaux, il conservera son même nom, quoiqu'il souffle sur toute la surface de la terre; mais il n'en sera pas de même de tout autre vent quelconque intermédiaire aux quatre dont nous venons de parler, quoiqu'il souffle toujours selon la même direction; il prendra néanmoins différens noms dans les différentes contrées de la terre; parceque les rhumbs, d'où les vents tirent leurs noms, ne forment point des lignes droites, mais des lignes courbes entre l'équateur & les pôles. En effet, s'il vient un vent de l'équateur qui fasse avec notre méridien un angle de 45 degrés, tel que celui que nous nommons Sud-Ouest; ce même vent s'étendant jusques dans d'autres régions, ne formera point le même angle avec leur méridien : mais il formera avec lui un angle plus grand, à proportion que ces régions seront plus proches du pôle boréal; ce qui vient de ce que les méridiens ne sont point paralleles entr'eux, mais de ce qu'ils sont convergens vers les pôles où ils concourent tous. De-là le vent qui sera Nord Ouest par rapport à nous, sera, par rapport à d'autres régions, un vent de Sud-Ouest-Sud. Il en est de même du vent, que d'un vaisseau qui vogue obliquement sur l'Océan; s'il coupoit les méridiens sous le même angle, il décriroit une courbe qu'on nomme

Loxodroma, qui eſt une courbe d'une eſpece particuliere, ſur la nature de laquelle on peut conſulter *W. Snellius*, dans ſon Ouvrage *de Typhone Batavo*, ou le célevre *Murdoch.*

§. MMDLIII. On diviſe commodément les vents, 1°. en vents généraux & conſtans. 2°. En vents qui ſoufflent en un certain tems, & qu'on nomme vents périodiques ou anniverſaires. 3°. En vents de mer & en vents de terre, ou qui viennent de terre, qu'on nomme *tropei* quand ils viennent de la terre vers la mer, & *apogæi*, quand ils reviennent de la mer vers la terre. 4°. En vents libres ou variables, qui n'ont aucun cours fixe.

§. MMDLIV. Les vents généraux ſoufflent entre les deux tropiques, ou fort peu au-delà. Ils regnent dans la mer Atlantique, la mer d'Ethiopie, la mer Pacifique, & dans une partie de la mer de l'Inde : on remarque des vents périodiques ou anniverſaires dans les autres régions de la terre, & on obſerve des vents libres & variables dans les contrées qui ſont au-delà des tropiques. Le célebre *Halley* (1), & *Dampieres* (2) nous ont donné une excellente Hiſtoire des vents généraux : nous les prendrons pour guides dans ce que nous nous propoſons de dire à cet égard. Mais pour mieux concevoir ce qui concerne les vents, il faut conſulter la Table 44., dans laquelle la poſition des petites fleches placées dans les ombres, indique le cours du vent.

§. MMDLV. Le vent d'Eſt regne toute l'année dans la mer Atlantique, & dans la mer d'Ethiopie, entre les deux tropiques, mais de telle maniere qu'il ſemble ſouffler en partie du Nord-Eſt, dans la mer Atlantique, & en partie du Sud-Eſt dans la mer d'Ethiopie.

1°. En effet, auſſi-tôt qu'on a paſſé les Iſles Canaries, à-peu-près à la hauteur de 28 degrés de latitude ſeptentrionale, & à 80 milles de ces Iſles, il regne un vent de Nord-Eſt qui prend rarement beaucoup du Nord, & qui cependant, en certains tems, prend davantage de l'Eſt, & qui devient O, N. O. Ce vent eſt quelquefois Nord-Oueſt en cet endroit ; mais cela n'arrive que rarement, & il eſt alors de peu de durée : mais il eſt plus ſouvent interrompu par des *bonaces*, qu'on obſerve lorſque le ſoleil approche de l'équinoxe d'automne. Le vent d'Eſt eſt plus conſtant lorſque le ſoleil va du tropique du capricorne à l'équateur, & la navigation eſt très heureuſe dans cette partie de l'Océan (3). Lorſque ce vent eſt Nord-Eſt, & que le ſoleil ſe trouve aux ſignes méridionaux ; alors le ciel eſt ſerein dans la partie ſeptentrionale de la terre, depuis le 28e degré de latitude juſqu'à l'équateur : mais lorſque le ſoleil eſt dans les ſignes ſeptentrionaux, alors le ciel eſt couvert dans cet endroit, tandis qu'il eſt ſerein dans l'hémiſphere méridionale. Soit que ces vents ſoient Nord-Eſt, ou Sud-Eſt, ils ſoufflent toujours avec une force modérée depuis leurs premieres bornes, qui ſont à la latitude de 28 ou 30 degrés, juſqu'au vingt-troiſieme degré de latitude ; mais ils ſoufflent avec beaucoup plus de violence depuis ce vingt-troiſieme degré juſqu'au douze ou quatorzieme degré ; & dans toute cette étendue, ils ſont

(1) Philoſoph. Tranſact. n. 182.
(2) Traité des Vents.
(3) Voyage d'Amérique par Ulloa, Liv. 2. chap. 1. pag. 12.

conſtamment

constamment Nord-Est & Est : mais depuis cette latitude jusqu'à la ligne équinoxiale, ils sont plus foibles & moins constans. Lorsque le soleil est dans les signes septentrionaux, ses rayons tombent perpendiculairement sur la partie septentrionale de l'Océan atlantique, & ils échauffent considérablement la surface de l'eau qui est exposée à leur action : cette eau échauffée se convertit en vapeurs qui s'élevent abondamment dans l'atmosphere, où elles forment un grand nombre de nuées denses & épaisses : ces nuées obscurcissent le ciel & dérobent le soleil à ceux qui voyagent dans cette contrée. Mais lorsque le soleil est dans les signes méridionaux, ses rayons ne tombent alors qu'obliquement sur la partie septentrionale de l'Océan atlantique ; la surface de ses eaux en est donc moins échauffée, moins raréfiée ; il ne s'en éleve donc qu'une très petite quantité de vapeurs, qui ne peuvent point obscurcir le ciel, qui demeure alors serein.

Mais pourquoi le vent souffle-t-il avec plus d'impétuosité depuis le quatorzieme degré jusqu'au vingt-troisieme, que depuis le quatorzieme degré jusqu'à l'équateur? Cela ne viendroit-il pas de ce que le vent passeroit entre les Isles des Antilles & les Isles Caraïbes, qui sont situées entre le golfe de Mexique & l'Océan atlantique, & conséquemment de ce que le vent d'Est pourroit se mouvoir librement de l'Océan atlantique au golfe de Mexique ; tandis que depuis le quatorzieme degré jusqu'à l'équateur, le vent d'Est souffle contre le Continent de l'Amérique, qui le brise & qui l'arrête ; ce qui fait qu'il n'a pas la même liberté & la même rapidité pour se porter en pleine mer, qu'entre le quatorzieme & le vingt-troisieme degré de latitude. Pareillement comme le vent d'Est, depuis le vingt-trois jusqu'au vingt huitieme degré de latitude, souffle contre le Continent de l'Amérique septentrionale, savoir contre la Floride, son action est encore brisée par cet obstacle, & conséquemment il doit être moins véhément dans cette latitude ; car on remarque toujours que le vent souffle plus violemment dans les endroits découverts, que dans ceux où il trouve des obstacles de part & d'autre : c'est pour cette raison que le vent est plus fort sur un lac, sur l'Océan, que sur terre, où il se trouve çà & là des arbres, des maisons, & d'autres obstacles, & c'est aussi pour cette raison que le vent n'est jamais si grand sur le Continent qu'en pleine mer.

2°. Ceux qui vont aux Isles Caraïbes, trouvent que ce vent de Nord-Est prend d'autant plus de l'Est, qu'il approche davantage des côtes d'Amérique ; de sorte qu'il devient quelquefois Est, & même qu'il tend à devenir Sud Est : il est cependant un peu Nord-Est, & il ne cesse de mollir. Vers les rivages de Surinam, le vent d'Est commence à souffler avec l'aurore ; sur les 9 heures il devient plus foible, & il continue à souffler ainsi jusqu'au coucher du soleil.

3°. Les limites de ce vent s'étendent plus loin sur les côtes d'Amérique, que sur celles d'Afrique ; car on trouve sur les côtes d'Amérique, qu'il s'étend jusqu'à 30 ou 32 degrés, & qu'il diminue & devient insensiblement plus foible jusqu'au quarantieme degré, où il cesse tout-à-fait. On remarque la même chose sur les côtes méridionales de l'Amérique, où les vents généraux s'étendent plus loin vers le Sud que sur le Promontoire d'Afrique, qu'on appelle le Cap de Bonne Espérance.

4°. Les vents qui viennent de l'Orient pénetrent aussi dans le golfe de Mexique, par les espaces que laissent entr'elles les Isles Antilles, & c'est pour cela qu'on observe ces vents de la Martinique à Curacao, & à Carthagene; mais ils y sont moins constans, & le ciel y est moins serein.

On remarque outre cela sur l'Océan Atlantique, à la distance de 170 milles de la Martinique, & dans le golfe de Mexique, au delà des Isles dont nous venons de parler, des tourbillons de vents, auxquels les vents ordinaires succedent: ces tourbillons sont précédés de bonaces, & sont très dangereux pour la navigation, à moins qu'on n'ait le soin de plier les voiles.

Les vents d'Orient soufflent plus modérement dans le golfe de Mexique, aussi la mer y est-elle peu agitée; le ciel y est serein: cet effet cependant n'a lieu que dans la bonne saison; car lorsque la saison est mauvaise, le ciel y est souvent couvert de vapeurs.

Le tems est plus inconstant depuis les Isles de Barluvento jusqu'au golfe de Mexique, la surface de la terre y porte dans l'atmosphere une plus grande quantité de vapeurs, qui y dérobe la vue du ciel; de sorte qu'on n'y voit pour lors que des nuages: les rayons du soleil cependant parviennent à s'y faire jour çà & là; de sorte qu'on y observe des endroits où le ciel est serein.

Les vents de Nord-Est & de Sud-Ouest soufflent ordinairement depuis Carthagene jusqu'à Portobello; les vents de Nord-Est, qu'on appelle *Bises*, commencent vers le milieu du mois de Novembre: ces vents sont constans, au moins au commencement, ou au milieu du mois de Décembre, & on regarde ce tems comme celui de l'été. Ces vents continuent à souffler jusques vers le milieu du mois de Mai, tems où ils cessent, & où ils abandonnent la place aux vents de Sud-Ouest, qu'on nomme *Vandaveles*, qu'on ne remarque qu'à la latitude de 12 ou 12 ½ degrés; car les vents d'Orient se font toujours remarquer à une plus grande latitude.

Lorsque les vents de Sud-Ouest soufflent, les tempêtes & la pluie sont très fréquentes; mais elles sont de peu de durée: elles sont quelquefois suivies de bonaces, insensiblement le vent du Sud Ouest revient (1). On remarque la même chose vers la fin du mois d'Octobre & au commencement du mois de Novembre; parceque la direction des vents n'est pas encore devenue constante.

4°. Depuis le quatrieme degré de latitude septentrionale jusqu'au vingt-huitieme degré de latitude méridionale, il souffle toujours un vent de Sud-Est, qui devient quelquefois presqu'Est; mais auprès de l'Afrique, ce vent prend toujours plus de Sud, que près des côtes du Bresil: car plus on approche de ces côtes, plus le vent de Sud-Est prend du véritable Est. Cela ne viendroit-il pas du terrein sablonneux du Bresil, qui est fortement échauffé par les rayons du soleil, & qui les réfléchissant, fait que ces rayons échauffent la masse d'air qui y répond, & la raréfient tellement, que cela détermine la portion d'air qui couvre l'Océan & qui est plus froide, à s'y porter, & conséquemment fait que le vent du Sud tourne à l'Est.

(1) Voyage à l'Amérique par Georg. Juan. p. 76.

6°. Ces vents sont sujets à quelques variations, suivant la saison; car ils suivent le soleil : en effet, lorsque le soleil se trouve entre l'équateur & le tropique du Cancer, le vent de Nord Est qui regne dans la partie septentrionale de la terre, prend davantage de l'Est, & le vent de Sud-Est qui regne dans la mer d'Ethiopie, prend davantage du Sud : au contraire lorsque le soleil éclaire la partie méridionale de la terre, les vents de Nord Est de la mer Atlantique prennent davantage du Nord, & les vents de Sud-Est de la mer d'Ethiopie, prennent davantage de l'Est.

7°. Il est bon cependant de remarquer ici, qu'il souffle un vent de Sud sur les côtes d'Afrique; savoir, sur la côte de Cafre, d'Angola, de Congo. Les tempêtes sont fréquentes auprès d'Angola, & elles changent le cours du vent, & lorsqu'elles cessent, il survient une bonace. A 10 lieues de la côte de Guinée, le vent Sud Est se change en Sud, & lorsqu'on approche plus près de cette côte, le vent du Sud se change en Sud Ouest. Auprès des côtes de la Nigritie, on remarque aussi que le vent de Nord-Est se change en Nord Ouest.

8°. On remarque communément que le vent d'Orient en général se fait sentir plus près des côtes orientales, telles que les côtes d'Afrique, & qu'il cesse de se faire sentir à une plus grande distance des côtes de l'Amérique; car il ne souffle qu'à cent lieues de distances de ces dernieres côtes, & on commence à le sentir dès qu'on est à 30 lieues des côtes d'Afrique, sur tout dans l'hémisphere septentrionale : on remarque cependant qu'on ne commence à le sentir qu'à une plus grande distance de ces côtes dans l'hémisphere méridionale, si nous en exceptons le vent d'Est qui souffle à huit lieues de distance du Promontoire nommé *Lavela*, lors même qu'un vent d'Occident souffle dans cet endroit.

9°. Les vents qui soufflent contre les côtes d'Afrique qui sont plus méridionales, ne soufflent point dans une direction parallele à ces côtes, mais dans une direction oblique, & ils font avec elles un angle d'environ 22 degrés, & à proportion que le Continent forme différentes inflexions, ces vents suivent eux-mêmes les mêmes inflexions, & ils s'écartent plus ou moins. On remarque la même chose par rapport aux vents qui regnent le long des côtes de l'Amérique, telles que celles du Chili & du Pérou : ces vents soufflent constamment pendant le courant de l'année, & sont véhémens.

10°. Vers la partie septentrionale de l'équateur, entre le quatrieme & le dixieme degré de latitude, & entre les méridiens qui s'étendent au delà des Isles Hespérides, il y a un certain endroit dans la mer, où on remarque presque toujours du tonnerre, des éclairs, des ouragans, des pluies, des bonaces : tous ces phénomenes s'y succedent rapidement, tandis que les vents semblent souffler en même-tems de toutes parts : ces phénomenes se remarquent entre les mois d'Avril & de Septembre, & à peine se passe-t-il un jour pendant lequel le ciel soit serein : mais lorsque le soleil est parvenu vers le tropique du Capricorne, le tems y est moins orageux.

11°. Les Navigateurs ont aussi observé que le ciel étoit serein au dessous de la ligne lorsque le soleil est dans les signes méridionaux, & que le passage de la ligne étoit sûr alors; mais aussi lorsque le soleil parcourt les signes

feptentrionaux, on remarque fous la ligne de fréquentes tempêtes, & des trombes qui furviennent fur-le champ, & qui ceffent promptement : ces phénomenes font fi véhémens, qu'ils renverfent les vaiffeaux, fi on n'a pas le foin de plier les voiles ; pratique que les Nautonniers ont foin de mettre en ufage lorfqu'ils abordent dans ces fortes d'endroits. Mais on n'obferve ces fortes tempêtes que dans la partie orientale de l'Océan atlantique ; ce qui nous donne lieu de foupçonner qu'elles viennent des endroits où il y a des bonaces, endroits que les Navigateurs évitent avec foin, & ce qui leur fait paffer la ligne plus près de l'Amérique. Lorfque le foleil parcourt les fignes méridionaux, l'eau de l'Océan, qui répond à la ligne, eft moins échauffée, & il s'y forme moins de nuages ; ce qui fait que le ciel eft ferein en cet endroit, & que le paffage de la ligne eft sûr : au contraire lorfque le foleil eft à l'équateur, ou qu'il en eft peu éloigné, il éleve en cet endroit une très grande quantité de nuages : ces nuages étant comprimés & mus circulairement, il en réfulte des trombes de mer, dont j'ai parlé dans le Chapitre des météores aqueux. On comprendra aifément toutes ces chofes en jettant les yeux fur la Table 64. Voici en peu de mots les premiers élémens du vent d'Orient & du vent général.

§. MMDLVI. Le foleil eft, à ce que je penfe, la caufe de ce vent. Pour bien comprendre l'action de cet aftre, imaginons qu'il parcourt l'équateur : cela pofé, lorfque le foleil darde perpendiculairement fes rayons fur quelqu'endroit de l'équateur, il y échauffe confidérablement la maffe d'air qu'il rencontre ; il la raréfie, & il lui communique plus de forces. Cet air ainfi échauffé, s'étend en toutes fortes de fens, & venant à s'élever au-deffus du refte de l'atmofphere, il fe répand alors latéralement & de tous côtés, fuivant les loix de la pefanteur des fluides : la colonne d'air échauffée devient donc par-là continuellement plus courte & plus légere ; de forte qu'elle ne peut alors réfifter à la preffion des colonnes collatérales qui vont fe rendre vers l'air du milieu qui eft échauffé ; puifqu'elles font compofées d'un air plus denfe & plus pefant, & que d'ailleurs leur poids eft augmenté du poids de l'air qui eft venu fe rendre au-deffus d'elles. Les vapeurs chaudes, électriques & élaftiques que le foleil éleve alors en abondance de la mer, qu'il échauffe fortement, concourent encore à ce phénomene : elles fe portent dans l'air qu'elles furchargent, & elles le forcent encore, par leur reffort, à s'élever davantage ; de forte qu'elles augmentent la tendance qu'il avoit pour s'élever.

On ne peut point, à la vérité, calculer au jufte de combien la portion de l'atmofphere, qui répond directement au foleil, & qui eft raréfiée par la chaleur de fes rayons, s'étend & s'éleve : mais, d'après des obfervations faites à l'aide du thermometre entre les tropiques, on peut néanmoins conclure, que la denfité de l'air, pris auprès de la furface de la terre, & condenfé par la fraîcheur de la nuit, eft à la denfité de ce même air échauffé par la chaleur du jour, : : 9 : 8. Or fi ce rapport a lieu dans toute l'étendue de l'atmofphere, quoique nous ne puiffions point le favoir, & que la hauteur de l'atmofphere, lorfqu'elle eft froide, foit de 45 milles d'Angleterre ; lorfqu'elle fera échauffée, fa hauteur fera de 50 milles & plus ; de forte que fon excès de hauteur ira à 5 milles : on ne peut pas non plus réduire à un jufte

calcul la quantité dont l'atmoſphere eſt ſurchargée par les vapeurs qui s'y élevent. Mais comme en Hollande un pouce d'eau ſe convertit en vapeurs dans l'eſpace d'un jour d'été, ſous l'équateur il pourra s'en élever deux pouces dans ce même tems, lorſque le ſoleil ſera perpendiculairement au deſſus : or une vapeur ainſi échauffée, occupe un eſpace ſix mille fois plus grand; elle occupera donc un eſpace de 1000 pieds ; hauteur qu'il faudra ajoûter à celle de cinq milles dont nous venons de parler. J'ai ſuppoſé ici que la vapeur ne ſe dilatoit qu'au point d'occuper un eſpace ſix mille fois plus grand, tandis que la vapeur de l'eau bouillante ſe dilate au point d'occuper un eſpace 14000 fois plus grand : mais auſſi il faut remarquer que, dans l'hypotheſe préſente, la chaleur du ſoleil ne fait pas bouillir l'eau de la mer, & par conſéquent les vapeurs qui s'en élevent ne peuvent gueres acquérir qu'une dilatation = 6000. L'air où ces vapeurs s'élevent, cédant à leur expenſion, s'éleve lui-même ſous la forme d'une onde, ou d'une petite montagne, & comme ce fluide ne peut ſe contenir lui-même, il s'épanche en toutes ſortes de ſens, mais ſur-tout ſur les côtés, vers les pôles : car il eſt un peu preſſé & comprimé par le ſoleil, ſelon les autres directions qu'il voudroit prendre. Une partie de cèt air, & même près d'une moitié de cette maſſe, tombe vers le Midi, & l'autre vers le Septentrion, où elles occupent chacunes un eſpace de deux milles : chaque colonne latérale qui répond à la colonne du milieu, qui eſt échauffée, devient donc plus peſante du poids d'une colonne d'air de deux milles de hauteur, & conſéquemment cette augmentation de poids peut pouſſer la partie inférieure des colonnes collatérales dans la colonne du milieu, qui eſt plus rare & qui réſiſte moins ; ce qui peut produire ce vent général qu'on obſerve. Pendant ce tems le ſoleil avance d'Orient en Occident, ou la terre tourne d'Occident en Orient ; ce qui revient au même dans ce cas, puiſque nous ne faiſons ici attention qu'à l'air qui s'échauffe ſucceſſivement. Il y a donc une étendue d'air d'une certaine longueur placée devant la colonne que le ſoleil échauffe, & qui eſt plus élevée que les autres, dans laquelle étendue l'air plus froid ſera non ſeulement pouſſé par derriere d'Orient en occident, par l'air qui eſt plus échauffé, mais auſſi qui fera moins de réſiſtance d'Orient en Occident que les colonnes qui le preſſent & qui le pouſſent du côté du Nord & du Sud ; par conſéquent cet air ſe prêtant aux deux directions qu'on lui imprime, ſe portera du côté où il trouvera moins de réſiſtance : celui donc qui ſe trouvera dans l'hémiſphere boréale, étant mu d'Orient en Occident, par la preſſion qu'il éprouve par derriere, & du Septentrion à l'équateur, par la preſſion latérale qu'il eſſuie, compoſera ſon mouvement de ces deux directions, & engendrera un vent Nord-Eſt. Tandis que la maſſe d'air qui eſt dans l'atmoſphere méridionale, étant pouſſée pareillement par derriere d'Orient en Occident, & latéralement du Midi à l'équateur, compoſera auſſi ſon mouvement de ces deux directions, & engendrera un vent Sud Eſt.

Or ces deux vents, Nord-Eſt & Sud Eſt, ſe rencontrant dans la région qui eſt immédiatement au-deſſous du ſoleil, engendreront un autre vent, qui ſera véritablement un vent d'Eſt.

§. MMDLVII. Comme la chaleur du ſoleil ſe communique ſucceſſivement, & non avec impétuoſité & irrégulierement, le vent qui réſulte de

cette chaleur, & qui souffle d'Orient en Occident, ne peut point être impétueux; il doit, qui plus est, souffler avec uniformité, parceque le mouvement du soleil est uniforme, & qu'il échauffe uniformément l'air: mais ce vent ne peut commencer à se faire sentir que dans l'endroit où le courant latéral de l'air ne peut être empêché, ni par des montagnes, ni par des forêts, ni par tout autre obstacle quelconque, tels qu'il s'en trouve sur le Continent; par conséquent le vent d'Est ne commencera à se faire sentir que dans les endroits de l'Océan qui seront un peu éloignés des côtes: on ne commencera donc à le sentir qu'environ à 100 lieues de distance des côtes d'Afrique: outre cela on n'observera ce vent que sur mer, & non sur le continent; car le soleil, par sa chaleur, éleve de la surface de la mer plusieurs vapeurs qui se portent dans l'atmosphere, & qui contribuent à augmenter sa hauteur: ce qui n'arrive point à l'air qui répond au continent, & conséquemment la cause, qui oblige une partie de l'atmosphere qui devient plus élevée à refluer sur les colonnes collatérales, agit sur-tout sur la mer; & comme ces vapeurs chaudes qui s'y élevent acquerent de l'élasticité, il ne peut pas se faire qu'elles ne repoussent la masse d'air correspondante, qui est plus occidentale; ce qui contribue à la génération du vent d'Est; de sorte que ce vent dépend du concours de plusieurs causes.

Nous pouvons démontrer, par un calcul non exact à la vérité, que les vapeurs qui s'élevent de la mer entre les deux tropiques, remplissent l'atmosphere jusqu'à un certain point, de même que nous avons calculé ci-dessus celles qui s'élevent tous les jours de la Méditerranée.

Si l'on jette les yeux sur une mappemonde universelle, on verra que l'étendue de la mer entre les deux tropiques est plus considérable que celle du continent. Supposons néanmoins qu'il y ait autant de terre que de mer; cela posé, on aura donc une étendue de 180 degrés de longitude, & de 47 degrés de latitude entre les deux tropiques, lesquels, multipliés les uns par les autres, donneront $180 \times 47 = 8460$ degrés quarrés: or un degré en quarré contient 900 milles quarrés de Hollande; par conséquent $180 \times 47 \times 900$ exprimeront le nombre de milles quarrés de Hollande que la surface de la mer comprend entre les deux tropiques: ce qui, calcul fait, donne 7614000 milles quarrés. Mais l'observation nous apprend que les vapeurs qui s'élevent de la surface de la mer, dans l'étendue d'un mille en quarré, fournissent 1875000 pieds cubiques d'eau; par conséquent, pour avoir la quantité d'eau qui s'éleve en vapeurs de la surface de la mer entre les deux tropiques, il faut multiplier 7614000 par 1875000: ce qui donne

$$
\begin{array}{r}
7614000 \\
1875000 \\
\hline
38070000000 \\
53298 \\
60912 \\
7614 \\
\hline
14276250000000
\end{array}
$$

14276250000000 pieds cubiques.

En supposant maintenant que ces vapeurs ne soient dilatées qu'au point d'occuper un espace 1000 fois plus grand que celui qu'elles occupoient avant d être réduites en vapeurs, nous trouverons que les vapeurs qui s'élevent entre les deux tropiques, occupent un espace = 14276250000000000 pieds cubiques : or une si grande quantité de vapeurs ne peut s'élever dans l'atmosphere sans la remplir en partie, & sans l'élever elle-même jusqu'à un certain point. Ajoûtez encore ici, que j'ai supposé la quantité de vapeurs beaucoup plus petite qu'elle ne l'est véritablement; puisque la mer reçoit perpendiculairement les rayons du soleil, & conséquemment sa surface en est plus échauffée, & il s'en exhale une plus grande quantité de vapeurs : mais la quantité que nous avons indiquée ici, suffit pour que nous puissions conclure avec certitude que l'atmosphere qui répond à l'étendue de la mer, doit être élevée par les vapeurs qui s'y portent, & qu'elle doit être suffisamment élevée pour que les colonnes élevées refluent sur les colonnes collatérales, & puissent être regardées comme la cause du vent dont nous avons parlé ci dessus. Mais comme les montagnes s'opposent à ce vent, lorsqu'il s'approche des côtes de l'Amérique, il doit alors être plus doux, à proportion qu'il est plus proche de l'Amérique; ce qui est conforme aux observations des Marins, & ce que je puis encore confirmer par d'autres observations. On remarque une longue chaîne de montagnes dans l'Isle nommée Spitzberg: or ceux qui vont dans cette contrée à la pêche de la baleine, y éprouvent un vent fort modéré, & qui ne se fait sentir qu'à peine à la distance de 7 ½ milles de cet endroit; mais lorsqu'ils en sont plus proches, ils y éprouvent un vent contraire, qui est réfléchi par les montagnes (1). Considérez les aîles d'un moulin à vent, qui suivent l'impression du vent qui les fait mouvoir, & vous observerez que lorsque l'aîle inférieure vient à passer au delà du corps du moulin, la toile se bande & se porte au-dehors par l'impulsion du vent qui est réfléchi par le corps du moulin. Or les montagnes de l'Amérique qui s'opposent à l'impulsion du vent, qui le réfléchissent & le déterminent vers les côtés, doivent l'obliger à s'étendre davantage, & à occuper en largeur un plus grand espace, que lorsqu'il commençoit à se lever près des côtes d'Afrique.

§ MMDLVIII Mais suivons maintenant le soleil dans sa course, & voyons quel effet il produit lorsque, passant de l'équateur dans l'hémisphere septentrionale, il vient darder ses rayons sur cette partie de notre globe. Dans ce cas, la partie de l'atmosphere qui répond à l Océan atlantique, est échauffée directement par les rayons de cet astre, & devroit être poussée directement à l'Est, comme nous l'avons dit ci dessus par rapport à l'air qui se trouve sous l'équateur, & par consequent, au lieu d'un vent de Nord Est qui souffloit auparavant, il en doit regner un qui prenne davantage de l'Est. Mais l'air qui est au-dessus de la mer d'Ethiopie, étant alors plus froid qu'il n'étoit lorsque le soleil se trouvoit au dessus de l'équateur, doit être aussi plus dense; il faut donc qu'il se porte avec plus de véhémence vers la masse d'air qui est alors échauffée, & avec un mouvement dont la direction participe davantage du Sud, & qui fait que le vent Sud Est se change en un vent qui prenne davantage du Sud, ou qui soit presque Sud.

(1) Clarc the Mothion of Fluids. p. 256.

§. MMDLIX. Mais lorsque le soleil revient du tropique du Cancer à l'équateur, alors le vent du Sud qui souffloit dans la mer Atlantique, doit devenir insensiblement Nord-Est; puisque l'air est poussé du Nord vers cet endroit, sur lequel le soleil darde perpendiculairement ses rayons, jusqu'à ce que le soleil, parcourant l'hémisphere méridionale, le Sud-Est, prenne davantage de l'Est, & que le Nord-Est qui regne sur la mer Atlantique, prenne un peu plus du Nord; ce qui s'accorde parfaitement avec les observations que nous avons exposées ci-dessus.

§. MMDLX. Il suit de ce que nous avons dit ci-dessus, que les vents Nord-Est doivent être presque perpétuels dans les régions septentrionales; parceque l'air y est poussé du pôle boréal vers l'équateur; ce qui est conforme à l'expérience. En effet, on remarque que les vents du Nord soufflent pendant près de 7 mois dans l'Amérique septentrionale, auprès de la Baie d'Hudson, & du détroit de Davis: ces mêmes vents regnent pendant 5 mois dans le Canada, 4 mois dans la nouvelle Angleterre, & on les observe pendant 5 mois & demi dans la Norwege (1); & quoiqu'il ne regne pas un vent constant dans la partie de l'Océan atlantique, située entre le soixante & le trentieme degré de latitude, néanmoins un vent du Nord s'y fait pour l'ordinaire sentir pendant les mois d'Octobre, de Novembre, de Décembre & de Janvier.

§. MMDLXI. Le vent général d'Est souffle entre les tropiques, où il ne s'étend qu'à quelques degrés au-delà; savoir, depuis le vingt-huitieme jusqu'au trentieme degré de chaque côté de l'équateur; parceque le soleil ne darde perpendiculairement ses rayons que sur cette partie de la terre & de l'air qui se trouve entre les tropiques. Cependant lorsque le soleil est dans les tropiques, il n'échauffe gueres moins l'air qui est dans leur voisinage à 4 ou 5 degrés au-delà; néanmoins le reste de la masse d'air qui se trouve au-delà, est suffisant pour se porter efficacement & pour venir remplir la portion intermédiaire de l'atmosphere, qui est échauffée par l'ardeur du soleil; car dès que cette masse échauffée vient à s'élever au-delà de ses limites, elle est propre à donner accès à l'air qui afflue latéralement, & qui remplit, par sa quantité, tout l'espace que l'autre abandonne par sa raréfaction.

§. MMDLXII. Il est bien plus difficile de trouver la véritable cause des vents de Sud qui regnent le long des côtes des Cafres, d'Angola & de Biafar; il n'est pas plus facile d'expliquer pourquoi les vents se rangent à l'Ouest, & deviennent Sud-Ouest assez proche de la Guinée, ni pourquoi ils deviennent Nord-Ouest vers les côtes de la Nigritie. Il faut néanmoins observer en général, que la chaleur est beaucoup plus grande sur le continent, que celle qu'on éprouve sur mer; & lorsque le terrein est sablonneux, il s'échauffe très fortement, & il embrâse l'air dans lequel il réfléchit les rayons qu'il reçoit, ainsi qu'on l'a observé dans l'Inde Orientale, dans les endroits sablonneux d'Afrique (2), & que *Lining* l'a éprouvé dans la Caroline (3). Il peut donc se faire que les vents dont il est ici question, viennent de ce que le terrein

(1) Philos. Trans. n. 465.
(2) Observ. Phys. & Math. des Indes, par les P. S. J. pag. 91, 92.
(3) Philos. Trans. n. 487.

de

de la Guinée & de Biafar, qui est très sablonneux, s'échauffe violemment à l'ardeur du soleil, & conserve pendant long-tems la chaleur qu'il a reçue, & que par conséquent la masse d'air qui répond à ce terrein si fortement échauffé, se raréfie considérablement, s'éleve au-dessus des limites de l'atmosphere, & s'épanche ensuite latéralement : or l'air qui avoisine celui qui répond à la Guinée & à Biafar, est un air plus froid : c'est un air qui couvre la surface de la mer, qui mouille les côtes des Cafres & d'Angola ; par conséquent cet air se portant vers la Guinée & se précipitant, pour ainsi dire, dans celui qui couvre cette contrée, engendre un vent de Sud ; mais plus il s'approche de Biafar, plus il est poussé vers cet endroit, & il se change alors en Sud-Ouest. Pareillement la partie du vent d'Est qui regne sur l'Océan, à quelque distance de la Guinée, change de direction, & est repoussée en sens contraire vers l'Occident, & le change en Sud-Oucst, par rapport à l'air de cette contrée, qui résiste beaucoup moins. Suivant les observations d'*Adanson*, le terrein de la Nigritie est de même espece que celui de Guinée : la chaleur de ce terrein sablonneux, dans une température moyenne, fait monter la liqueur du thermometre jusqu'au soixantieme degré, selon l'échelle de *Reaumur*, ou jusqu'au cent soixante-sixieme degré, selon l'échelle de *Fahrenheit.* Bien plus, la température de l'air du Sénégal, observée à l'ombre, est de 110 degrés, selon l'échelle de *Fahrenheit* (1). Le même *Adanson* a observé que la température de l'air, dans le chemin qui conduit du Sénégal à Podor, étoit de 45 degrés, selon l'échelle de M. *de Reaumur* ; ce qui répond au cent trente-quatrieme degré de l'échelle de *Fahrenheit* : la chaleur de ce même air, pendant la nuit, étoit de 104 degrés ; conséquemment l'air de l'Océan atlantique, doit être poussé vers ces côtes ; par conséquent un vent Nord-Ouest, & non un vent du Nord, doit souffler depuis l'Isle de Palme jusqu'aux côtes de Biledulgerid & de la Nigritie.

On éprouve les plus grandes chaleurs du soleil pendant les mois de Juillet & d'Août, dans l'Isle Sainte-Croix, qui est à 17 degrés de latitude septentrionale, & c'est dans ces tems-là, & que les vents sont impétueux, & qu'on y éprouve des orages (2).

§. MMDLXIII. J'ai dit ci-dessus, qu'il se trouve dans la mer Atlantique, entre le quatrieme & le dixieme degré de latitude septentrionale, un endroit où il y a toujours des orages & des bonaces : cet endroit se trouve situé entre le vent général d'Est, & celui de Sud-Ouest, qui souffle vers la Guinée, où l'air est en équilibre, & conséquemment fort calme. Mais comme la foudre & le tonnerre y sont fort fréquens, il faut que les nuées qui se forment dans cet endroit, ou qui y sont poussées, contiennent une matiere fulminante, ou électrique, qui s'engendre en quelqu'endroit quelconque, & que cette matiere, mise en mouvement, embrâsée, & venant à détonner, excite des vents qui soufflent tantôt vers un endroit, tantôt vers un autre quelconque, jusqu'à ce qu'étant tout-à-fait consommée, ou que la matiere électrique ayant produit toute son explosion, ou enfin que ces nuées

(1) Adanson, Voyage au Sénégal, Préface, pag. 26, 27, 81, 131.
(2) Acta Leipsiens. ann. 1760. Septemb. pag. 508.

ayant été pouſſées vers une autre contrée, le ciel reprenne ſa premiere tranquillité, & que le calme renaiſſe.

§. MMDLXIV. Sur ces entrefaites les nuées ſont pouſſées vers cet endroit par le vent général : celles qui s'élevent au-deſſus de la mer d'Ethiopie, y abordent auſſi, par le moyen d'un vent Sud-Oueſt qui le pouſſe : pareillement celles qui s'engendent des vapeurs qui s'élevent de l'Océan atlantique, y ſont auſſi amenées par un vent Nord-Oueſt ; ce qui fait que ces nuées s'accumulant dans un même endroit, & y étant condenſées par les vents qui les preſſent, ſelon différentes directions, ſe convertiſſent en pluie, qui devient elle-même très épaiſſe, & qui tombe, lorſque la foudre joignant ſon action à celles des vents, vient encore à agiter ces nuées plus fortement, à les condenſer davantage, à les réunir & à augmenter leur maſſe ; car elles deviennent alors très peſantes, & elles ne peuvent plus être ſoutenues par l'air qui les portoit ; ce qui fait qu'elles ſe précipitent pluſieurs à la fois, & qu'elles fourniſſent ces pluies abondantes qu'on voit alors tomber.

Entre le vingt-ſixieme & le trente-ſeptieme degré de latitude méridionale, depuis les Iſles Triſtan d'Acunha, qui ſont au quinzieme degré de longitude vers l'Eſt, juſqu'au Promontoire de Bonne-Eſpérance, on remarque que le vent d'Oueſt y ſouffle pendant les mois de Mai, Juin, Juillet & Août, qui ſont les mois d'hiver pour ces endroits ; mais pendant les mois de Décembre, Janvier & Février, qui ſont les mois de printems, les vents y ſont variables, & entremêlés d'orages & de tempêtes. Les vents d'Oueſt ſoufflent des deux côtés oppoſés contre le Promontoire de Bonne-Eſpérance.

§. MMDLXV. On remarque encore d'autres vents ſur les côtes du Breſil ; car depuis le mois d'Avril, & même au-delà de ce tems, le vent de Sud-Oueſt s'y fait ſentir, & le vent de Nord-Eſt y ſouffle depuis le mois de Septembre & au-delà. Ces vents ſont plus inconſtans & plus variables que les mouſſons de la mer des Indes ; car ils ſe diſſipent par les orages qui ſurviennent fréquemment dans les mois de Mai, Juin, Juillet, & Août. Il regne auſſi dans ce Pays, entre les mois d'Octobre & de Mars, des vents d'Oueſt ; mais ils ſont doux, & ils ne durent pas long-tems : car il eſt rare qu'ils ſoufflent pendant 7 jours de ſuite : ces vents regnent auſſi pour l'ordinaire pendant les mois de Décembre & de Janvier ; mais dans tout autre tems il ſouffle un vent fixe qui n'eſt jamais interrompu, ſi ce n'eſt un jour ou deux avant la pleine lune, ou la nouvelle lune. Lorſqu'on eſt ſur les côtes d'Amérique, qui ſont encore plus méridionales que le Breſil, on remarque qu'elles ſe courbent beaucoup vers l'Oueſt : c'eſt pourquoi le vent de Sud-Eſt, qui regne pendant le mois d'Avril ſur la mer d'Ethiopie, & qui va ſe rompre contre les côtes élevées du Breſil, eſt obligé de ſe ranger vers le Nord, & de ſe changer par conſéquent en un vent de Sud-Oueſt. Comme le ſoleil darde perpendiculairement ſes rayons vers le Breſil, pendant le mois de Septembre, & qu'il échauffe la terre, ainſi que l'air qui répond à cet endroit, comme nous l'avons déja obſervé par rapport à la Guinée, l'air qui vient des régions froides du Nord, & qui traverſe la mer, doit être porté vers ce Pays, & produire un vent de Nord-Eſt. Voilà les principes qui concernent le vent général de cette mer.

§. MMDLXVI. Nous imaginons qu'il suit manifestement de ce que nous venons de dire, que le vent général d'Est ne doit point son origine au mouvement de la terre sur son axe; ce qui feroit que la terre abandonneroit son atmosphere, comme plusieurs Physiciens l'ont cru.

1°. Parceque le vent général d'Est n'est pas un véritable vent d'Est, mais un vent de Nord-Est & de Sud-Est, dont la direction change un peu, suivant l'endroit où le soleil se trouve dans l'écliptique.

2°. Parceque la vîtesse de ce vent général est beaucoup moindre que celle avec laquelle la terre tourne sur son axe; car ce vent ne peut jamais parcourir que 8 ou 10 pieds en une seconde, & l'équateur en parcourt 1423 dans le même tems.

3°. Parceque la terre rencontreroit toujours dans son mouvement une masse d'air qu'elle emporteroit avec elle, sur-tout vers les montagnes, & qu'elle lui communiqueroit en peu de tems une vîtesse semblable à la sienne, & selon la direction de son mouvement, & par conséquent que le vent cesseroit alors, si tant est qu'un vent quelconque dût auparavant son origine à une telle cause.

4°. L'atmosphere n'abandonne pas la terre dans son mouvement annuel autour du soleil; pour quelle raison pourroit-on soupçonner que cette atmosphere l'abandonnât dans son mouvement sur son axe: il ne se présente aucune raison pour appuyer cette idée.

5°. Il devroit aussi regner un vent d'Est sur le sommet de toutes les montagnes qui se trouvent sur la surface de la terre; ce qui est contraire aux observations faites jusqu'à présent.

6°. Mais ce qui détruit totalement cette idée, c'est qu'il regne dans la mer des Indes différens autres vents, dont je parlerai dans l'instant.

§. MMDLXVII. Le sentiment de ceux qui attribuent ce vent général à la lune, ne me paroît pas mieux fondé; car le vent d'Est ne suit pas le mouvement de la lune autour de la terre: en effet, si l'origine de ce vent devoit être attribuée au mouvement de la lune, ce vent changeroit entre les deux tropiques à chaque mois lunaire, & on observeroit plus de 24 changemens dans ce vent dans l'espace d'une année, semblables aux deux seulement qu'on a coutume d'observer: nous ne nions cependant pas que la lune, par sa pression, ne puisse occasionner quelque mouvement dans l'atmosphere, & nous en ferons même mention ci-dessous.

§. MMDLXVIII. On observe le même vent général sur la mer Pacifique que sur l'Océan atlantique & sur la mer d'Ethiopie; car le vent du Nord souffle sur l'hémisphere boréale & le vent de Sud-Est souffle sur l'hémisphere méridionale, & l'un & l'autre vent s'étendent des deux côtés de l'équateur jusqu'au vingt-huitieme ou trentieme degré. Ces vents sont doux auprès de l'équateur depuis le mois de Mars jusqu'au mois de Septembre, le ciel est serein; & c'est aussi pour cela, qu'après le mileu du mois de Mars, les vaisseaux Espagnols partent d'Aquapulco pour se rendre aux Isles Manilles.

Mais vers le mois de Janvier il survient en cet endroit de fortes tempêtes. Les vents qui regnent sur cette mer sont constans & plus forts que ceux qui

soufflent sur l'Océan atlantique & sur la mer des Indes; parceque cette mer a plus d'étendue, & un très petit nombre d'isles.

Néanmoins on y essuie de fréquentes & de furieuses tempêtes depuis le vingt ou le vingt-troisieme degré de latitude méridionale, en allant vers le Sud, & ces tempêtes sont d'autant plus furieuses, que la latitude devient plus grande.

Les vents d'Ouest soufflent continuellement, & avec beaucoup d'impétuosité, vers les côtes de la terre Magellanique, ou *del Fuego*, vers le détroit le Maire : néanmoins le vent de Sud souffle toujours entre ce détroit & les côtes de la terre australe.

Suivons maintenant les côtes de l'Amérique vers l'équateur, parceque les vents y sont sujets à quantité de variations, de même que sur les côtes d'Afrique.

Vers le golfe d'Arica, entre le seizieme, dix-neuvieme & vingt-troisieme degré de latitude, on éprouve des calmes pendant l'espace de deux & trois jours : ces calmes s'étendent jusqu'à 30 ou 40 lieues au-delà des côtes.

Vers Lima, sur les confins du Royaume du Pérou, on éprouve, à la vérité, un vent constant, quoique cependant sujet à quelques variations; au reste pendant tout le courant de l'année, le vent y est assez modéré, & il n'y a jamais assez de force pour pouvoir occasionner quelque dommage. Le vent de Sud souffle continuellement depuis Lima jusqu'à Guajaquil; mais depuis le mois de Novembre jusqu'au mois de Mai, il devient Sud-Ouest. A l'approche de la terre on éprouve un vent foible qui est Sud Est. Pendant tout ce tems le vent de Sud souffle à une plus grande distance des côtes; il y est très doux, & il y est interrompu par des calmes : mais celui qui se fait sentir intérieurement à 140 ou 150 lieues du rivage, prend insensiblement de l'Est; de sorte qu'à la distance de 200 lieues, on peut dire que le vent est constamment sous-Sud-Est.

Dans la Baie de Panama, les Marins qui vont à Guajaquil éprouvent des vents variables, peu constans & interrompus par des bonaces.

On sent un vent de Nord, de Nord-Ouest, & de Nord-Est, depuis Ponta-Mala jusqu'au Port S. Mathieu : lorsqu'on est en vue de ce Port, le vent est Nord, & de là jusqu'à Manta, on éprouve les vents de Sud-Est, de Sud, de Sud-Ouest, & ceux qu'on nomme Zéphirs avec toutes leurs variétés, & on éprouve les mêmes vents depuis Manta jusqu'à Cabo-Blanco.

Lorsque le vent a commencé à s'élever vers Panama, il se développe & s'étend insensiblement, & il lutte contre le vent du Sud, jusqu'à ce qu'il l'ait emporté sur lui : ces mouvemens ne se font point ordinairement observer du côté de la partie méridionale de l'équateur, où ils n'y sont que peu sensibles, & souvent interrompus par des calmes, ou par d'autres vents variables. Quelquefois on les observe, & ils se font sentir jusqu'à l'Isle de la Plata : & ceux qui sont plus proches de Panama sont plus forts que les autres. Ce vent qui est Nord, & qui devient ensuite Nord Est, balaie les nuées qui sont dans l'atmosphere : il dissipe les brouillards qui se font remarquer vers les bords de la mer : il n'est point accompagné de pluie; mais il

excite de fréquentes trombes, depuis le Promontoire Saint-François jusqu'à la Baie de Panama.

Lorsque ces moussons viennent à cesser, les vents du Sud commencent à s'élever : ceux-ci sont plus constans & plus forts que les premiers : ces vents sont des vents de Sud-Est & de Sud-Ouest, & non des vents de Sud, & même en certains tems ; ils different plus du véritable vent de Sud que des autres : lorsqu'ils sont presque Sud-Est, ils sont accompagnés d'orages & de tempêtes, mais qui sont de peu de durée.

Lorsque ces vents du Midi regnent, les côtes sont couvertes de brouillards qui les dérobent presqu'à notre vue ; au contraire ces côtes ne sont nullement infectées de brouillards lorsque ce sont les moussons qui se font observer.

Les vents d'Ouest soufflent constamment depuis le dixieme jusqu'au vingtieme degré de latitude boréale sur les côtes du Mexique, à moins que ces vents ne soient interrompus par des tempêtes : pour l'ordinaire ces tempêtes surviennent sous d'autres directions.

Depuis la terre d'Eson, une des inconnues, jusqu'au vingt-troisieme degré de latitude boréale, les vents du Nord soufflent fréquemment : ces vents sont les mêmes que ceux que nous avons dit souffler dans les parties Septentrionales.

Mais ceux qui partent de Manilha pour se rendre au Port Aguatulco de la nouvelle Espagne, éprouvent pendant les mois de Juin, Juillet & Août un vent d'Ouest, même lorsqu'ils vont jusqu'au vingt-huitieme degré de latitude boréale.

§. MMDLXIX. Examinons maintenant les vents de la mer des Indes, ainsi que ceux qui soufflent le long des côtes de l'Inde orientale ; & nous observerons encore une très grande variété : or comme les Européens font de fréquens voyages dans les Indes orientales, nous avons plus d'observations sur les vents qui y regnent, que sur ceux qui regnent sur la mer Pacifique.

Le vent général d'Est regne aussi dans la mer des Indes ; mais on y observe d'autres vents périodiques, qui soufflent pendant l'espace de six mois vers un même endroit, & les six autres mois vers un côté opposé. On donne à ces vents le nom de moussons, ou d'aniversaires, dont nous parlerons bien-tôt.

§. MMDLXX. Le Sud-Est & le Nord-Ouest soufflent sur-tout sur le dernier Promontoire d'Afrique, qu'on appelle le Promontoire de Bonne Espérance ; les autres vents qu'on y observe ne sont pas constans, ils ne font que changer de Sud-Est en Nord-Ouest, & de Nord-Ouest en Sud-Est. Les vents d'Est & de Nord-Est s'y font remarquer plus rarement. Le Nord-Ouest amene avec lui des tempêtes dans les mois d'Avril, Mai, Juin, Juillet & Août. Le vent de Sud-Ouest y amene des pluies & des nuages. Le vent de Sud-Ouest, ou plutôt ZZO, y souffle dans tous les mois de l'année, mais sur-tout depuis le mois de Septembre jusqu'au mois d'Avril : ce vent est froid & sec, & tandis qu'il souffle, le ciel est calme & serein. Cependant si, lorsqu'il commence à souffler, le Zéphir, accompagné de nuages, souffle aussi dans la partie supérieure de l'atmosphere, il donne alors de la pluie. Le vent Sud-Est commence à s'élever vers les 4, 5 ou 6

heures après midi ; il augmente sur le soir : il s'abat depuis 10 heures jusqu'à minuit, & il ne souffle plus pendant tout le reste de la nuit. On remarque cependant le plus souvent, que ce vent commence à s'élever peu de tems après midi, & qu'il continue à souffler jusqu'à 3 ou 4 heures après minuit ; mais vers le matin un vent de Nord-Ouest s'éleve modérément dans la rade où les vaisseaux viennent se ranger pour aborder au Port ; & ce vent s'abat insensiblement & cesse de souffler entre 10 heures du matin & midi. On remarque néanmoins que lorsqu'il pleut, ou que le ciel est couvert pendant les mois de Janvier & de Février, le vent de Sud-Est souffle violemment pendant quelques jours de suite : l'impétuosité de ce vent est sujette à des interruptions, qui sont suivies par des calmes : ces calmes diminuent insensiblement, & le vent devient alors continu ; mais ces calmes reviennent lorsque le vent tire sur la fin : ce vent a coutume d'être très fort, il enleve beaucoup de sable, il desseche les terres, il courbe les arbres, il nuit à leur accroissement : ce vent n'est jamais plus véhément que lorsqu'il aborde de la mer vers le continent ; mais plus il s'enfonce dans les terres du côté du Nord, plus il devient doux, & lorsqu'il cesse, il pleut pendant trois ou quatre jours après, & alors les vents sont variables (1).

§. MMDLXXI. Entre le dixieme & le trentieme degré de latitude méridionale, & depuis l'Isle Saint-Laurent ou de Madagascar, jusqu'à l'Isle de Java & les Isles adjacentes qui sont plus orientales, & la Nouvelle Hollande, il souffle toute l'année un vent de Sud-Est, mais qui, en certains tems, approche un peu plus du véritable Est, & qui quelquefois paroît Nord-Est.

§. MMDLXXII. Les moussons commencent à se faire sentir depuis le dixieme degré de latitude méridionale : il en parvient jusqu'au second degré de cette même latitude : mais ils se terminent environ entre l'Isle Sumatra, & les Promontoires de la partie méridionale de l'Isle de Madagascar, & en tirant vers l'équateur ; car dans ce trajet de la mer des Indes, le vent de Sud-Est regne pendant les mois de Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre & Octobre : mais depuis le mois de Novembre, & pendant les six mois suivants, c'est le vent de Nord-Ouest qui remplace celui dont nous venons de parler.

Le Port de l'Isle de Bourbon n'est point sûr à la latitude australe de 20°. 51′ 43″ ; car il regne des tempêtes violentes depuis le mois de Décembre jusqu'à la fin d'Avril, mais sur-tout dans les pleines & dans les nouvelles lunes, pendant lesquelles il est très important de mettre les vaisseaux à l'ancre. La saison qui regne alors dans cette Isle est pluvieuse (2).

Pendant ce tems, à la distance de 2 ou 3 degrés de chaque côté de l'équateur, on éprouve des orages, des calmes & des vents variables.

§. MMDLXXIII. En Afrique, entre les côtes d'Ajana, d'Arabie, de Malabar, & dans le golfe de Bengale jusqu'à l'équateur, en un mot sur toute cette étendue septentrionale de la mer des Indes, il souffle, depuis le mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre, un vent de Sud-Ouest impétueux, accompagné de nuées fort épaisses, d'orages & de grosses pluies. Ce vent est très

(1) Observ. de l'Abbé de la Caille. Mém. de l'Acad. des Scienc. ann. 1751.
(2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1754.

impétueux, & sa direction est très constante : depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril, il y regne un vent de Nord-Est, mais moins violent que le précédent, & accompagné d'un beau tems. Ces deux vents de Nord-Est & de Sud-Est soufflent avec bien moins de violence dans le golfe de Bengale que dans la mer des Indes, quoique le Nord-Est soit très violent après le huitieme ou le neuvieme jour du mois d'Octobre sur la côte de Coromandel, à Masulipatan, à Paliacate, où il interrompt toute navigation ; mais après le mois de Janvier, le ciel devient calme. Les vents ne tiennent cependant pas la même route dans ces parages ; mais ils soufflent obliquement, suivant la direction du contour des côtes : & on a même quelquefois deux ou trois rhumbs tout différens. Outre cela le cours des ventt varie encore vers les golfes qui ne sont pas situés selon la même direction que ces vents ; & c'est pour cela que, dans les golfes profonds, comme dans celui de Bengale, le vent qui souffle sur une côte est différent de celui qui souffle sur une autre ; & ces vents n'ont point de direction constante, & on remarque que les vents de mer & de terre, dont *Valentyn* (1) nous a donné la description, soufflent en même-tems sur les côtes.

On observe qu'il survient une sécheresse dans le continent de la côte de Coromandel, depuis le mois de Mars jusqu'au mois d'Octobre, lorsque le vent de Sud-Ouest regne pendant ce tems : mais que le tems est pluvieux, depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois de Mars, lorsque le Nord-Est souffle pendant ce tems : & on remarque tout le contraire à Malabar ; car la saison y est pluvieuse depuis le mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre, & la sécheresse y succede depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril.

§. MMDLXXIV. En Afrique, entre la côte de Zanguebar & l'Isle de Madagascar, il souffle depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai, un vent de Sud-Est, & dans les six autres mois, depuis Mai jusqu'en Octobre, il y regne un vent d'Ouest, & même de Nord-Ouest, qui n'est pas plutôt arrivé en pleine mer, vers l'équateur, après avoir passé l'Isle de Madagascar, qu'il se change en un vent de Sud-Ouest, qui prend un peu de vent de Sud. Lorsque ce vent comence à changer, il devient froid : on a de la pluie & de l'orage ; mais les vents d'Est sont toujours plus doux.

§. MMDLXXV. Entre les côtes de la Chine, Malaca, Sumatra, Borneo, & les Isles Philippines, il regne depuis Avril jusqu'en Octobre, un vent de Sud-Ouest, déclinant un peu vers le Sud ; & depuis Octobre jusqu'en Avril, un vent de Nord-Est qui ne differe pas beaucoup du vent du Nord, & même ce vent devient Nord & Nord-Ouest entre les Isles de Java, Timor, la Nouvelle Hollande, & la Nouvelle Guinée ; de même qu'au lieu d'un vent de Sud-Ouest, il souffle ici un vent de Sud-Est, qui se change en Nord-Est (2), par rapport aux golfes & aux courbures que forment Timor, Java, Sumatra & Malaca. La mousson d'Est, qui est presqu'un vent de Sud-Est, dans l'Isle de Banda, commence vers la fin d'Avril, ou au commencement du mois de Mai : la mousson d'Ouest commence au mois de Décembre, tems où les

(1) Valentyn Beschryving van Coromandel. Tom. 5. p. 45, 46.

(2) Et non en Sud-Ouest ; ce qui est une faute d'édition, l'Auteur ayant écrit *Africum* pour *Aquilonem*.

vents variables se font sentir entre Java & la Nouvelle Hollande. Ce vent d'Oueſt prend un peu plus de Nord après le milieu du mois de Mars; mais les vents deviennent douteux, changent & ceſſent preſque pendant les mois d'Avril & de Novembre; néanmoins la mouſſon d'Oueſt commence quelquefois avec un vent plus véhément (1). Quoique les mouſſons ſoient conſtantes à Ternate, ſur-tout celles qui viennent des vents de Sud & de Sud-Eſt, qui ſoufflent pendant les deux tiers de l'année auprès des Iſles *Chalicæ* (2). Le ciel n'y eſt pas conſtant. Quelquefois ces mouſſons changent, & le vent devient Nord-Oueſt après le mois de Janvier, le vent de Nord ſouffle avec impétuoſité & inconſtance (3). Quant à l'Iſle Mindanao, il y tombe une grande quantité de pluie depuis le mois de Mai juſqu'au mois de Novembre: le vent d'Oueſt y ſurvient peu-à-peu, mais par bouffées; il y regne ſur tout dans les mois de Juillet & d'Août: il eſt ſouvent accompagné de foudres & de tonnerres. L'impétuoſité du vent décroît après le mois d'Août, les pluies diminuent, & dans le mois de Septembre le vent commence à ſe tourner à l'Eſt juſqu'au mois d'Avril: ce vent apporte le calme & la ſérénité dans le ciel, dans cet endroit & dans pluſieurs autres, tandis que le vent d'Oueſt cauſe des tempêtes & obſcurcit le ciel. Le venr d'Oueſt ſouffle vers le Japon; ce vent devient très furieux vers la fin d'Août, ou au commencement de Septembre, & occaſionne quantité de naufrages; ce qui fait que les Hollandois ſe hâtent de paſſer avant ce tems la mer du Japon.

» Chaque fois que les mouſſons dont nous venons de parler changent, elles reſtent tranquilles en quelques endroits pendant une ou deux ſemaines, de même que ſi le vent ne ſavoit de quel côté tourner, & il ne ſouffle point toujours exactement ſelon la même direction; mais dans d'autres endroits les vents ceſſent & ſe changent auſſi-tôt en vents contraires, avec une violence extraordinaire.

§. MMDLXXVI. Le vent général d'Eſt de la mer des Indes, dépend de la même cauſe que celui de l'Océan atlantique, dont nous avons parlé ci-deſſus, & que nous avons expliqué; mais il n'en eſt pas de même des mouſſons, & les hypotheſes que les différens Phyſiciens ont imaginées pour en rendre raiſon, ne me paroiſſent pas mériter notre confiance: je n'expoſerai donc pas ici des hypotheſes, qui ne doivent le jour qu'à la témérité de ceux qui les ont enfantées, j'aime mieux avouer de bonne foi mon ignorance à cet égard; car ces mouſſons me paroiſſent dépendre de pluſieurs cauſes, telles que des montagnes, de leur ſituation, des exhalaiſons qui s'en échappent en certains tems périodiques, & qui font prendre à l'air certaines directions: elles dépendent auſſi de la fonte des neiges, de la chaleur du terrein, & du concours de pluſieurs autres choſes que nous ne connoiſſons pas encore. Peut-être même ces phénomenes dépendent-ils de pluſieurs cauſes ſouterraines, de pluſieurs exhalaiſons qui s'élevent du fond de la mer, telles qu'on en obſerve dans la mer des Indes, & qui rendent la ſurface de l'eau laiteuſe

(1) Valentyn, Beſchr. Van Banda. Vol. 3. part. 3. p. 36.

(2) Je ne connois point d'Iſles auxquelles on ait donné ce nom; il y a les Iſles Chelidoniennes près de la Lycie: & les Iſles Chelonilides dans le golfe d'Arabie, & aucunes ne ſe nomment *Cælicæ*.

(3) Valentyn Beſchr. Van de Moluccen. p. 44.

&

& tranſparente dans le mois de Juin, enſuite d'Août ou de Septembre. En effet, la couleur de la mer paroît naturelle pendant le jour; mais pendant la nuit elle ſe change en une couleur blanche comme du lait, & elle jette une lumiere ſi vive, qu'on ne peut point la diſtinguer du ciel : on penſe que cette eau lumineuſe vient d'un grand golfe de la terre auſtrale, qui eſt auprès de la Guinée, qui entoure Aroe, Kye, juſqu'à Tenimber & Timor, & qui entoure auſſi Cera, Amboine, Banda (1); ce qui fait que j'abandonne l'explication de ces phénomenes à un ſiecle plus éclairé.

§. MMDLXXVII. Il faut auſſi compter les vents *Etéſiens* parmi les vents anniverſaires : ces vents ſont différens ſuivant les différentes régions : ils ſoufflent en différens tems; ils n'ont point la même durée, ni la même direction. *Pline* prétend que ces vents ſont Nord-eſt, & qu'ils commencent à ſouffler au 6 Juillet, & que deux jours après que ces vents ſe ſont élevés, ils ſoufflent plus conſtamment pendant 40 jours : on obſerve ces ſortes de vents dans la Grece, dans la Thrace, dans la Macédoine, dans la mer Egée, & ils rafraichiſſent ces contrées, qui ſont brûlées par la chaleur de l'été : cependant dans ce même tems les vents de Sud-Eſt & de Sud ſoufflent dans le Golfe de Lyon, qu'on peut regarder dans cet endroit comme des vents Etéſiens, & qu'on appelle à préſent *Garbin*. Ces vents viennent de l'Eſt en Eſpagne; mais ils viennent du Nord dans la mer Noire & à l'embouchure du Nil. Les vents Etéſiens ceſſent pendant la nuit; ils s'élevent vers les 9 heures du matin, & comme ils n'ont pas coutume de s'élever le matin, les Marins les nomment vents *ſommeillans*, & *dèlicats* (2). Nous avons auſſi en Hollande nos vents Etéſiens, qui ſont des vents de Nord fort dangereux dans le mois de Septembre; ſi ces vents ſurviennent de bonne heure, c'eſt à-dire, avant le 10 de ce mois, ils reviennent pour l'ordinaire une ſeconde fois vers le 20 du même mois; mais s'ils ne commencent à ſouffler qu'après la mi Septembre, ils ne paroiſſent que cette ſeule fois, avec fureur à la vérité : ils arrachent & font tomber quantité de fruits, dont les arbres ſont alors chargés, & ils ſont accompagnés de groſſes pluies. Il paroît qu'on ne peut gueres bien comprendre & démontrer la cauſe de ces ſortes de vents, à moins que nous ne connoiſſions parfaitement la diſpoſition des différentes régions, & que nous n'ayions bien obſervé les différens fleuves, les montagnes, les mers, les forêts, & les fontes des neiges; car ces ſortes de vents me paroiſſent dépendre de toutes ces cauſes, & ſans contredit de quantité d'autres encore, ainſi que *Kirker* l'avoit ſagement ſoupçonné (3).

§. MMDLXXVIII. Il y a auſſi des vents de mer & de terre qui ſoufflent aſſez régulierement; de maniere cependant que ſur certaines côtes les vents de mer ſe portent, pendant le jour, de la mer vers les terres, & qu'ils tombent pendant la nuit; au lieu que les vents de terre ceſſent pendant le jour, & ſoufflent vers la mer pendant la nuit; ce qui dure pendant le cours de l'année.

§. MMDLXXIX. Les vents de mer ſe levent vers les 9 heures du matin,

(1) Rumphius in Maſ. Amboi. Lib. 3. cap. 28. Valentyn. Beſch. van Banda. pag. 11.
(2) Varenii Georg. §. 6. cap. 21. Mém. de Languedoc. pag. 2. cap. 8.
(3) Mundus Subterran. Lib. 4. pag. 216.

quelquefois plutôt, quelquefois plus tard; ils soufflent doucement vers la terre, comme s'ils craignoient de passer par-dessus, de sorte qu'ils rendent la mer unie, ou s'ils l'agitent, ce n'est que fort légérement: environ une demi-heure après qu'ils ont gagné terre, ils se renforcent sensiblement jusqu'à midi, qui est le tems où ils soufflent avec plus de vigueur; ils continuent avec la même force jusqu'à trois heures, ils mollissent ensuite peu à peu jusqu'à cinq, ou un peu plus tard: alors ils tombent tout-à fait, pour ne reparoître que le lendemain matin. Ces vents commencent à paroître vers la surface de la mer, & ils se portent ensuite vers le rivage, dont ils s'approchent d'abord obliquement, ensuite directement, & ils suivent la direction des côtes; après cela la partie la plus élevée de l'atmosphere étant mise en mouvement, il survient un vent qui peut souffler plus librement contre les endroits les plus élevés au-dessus de la surface de la terre: ce vent aborde donc alors plus directement vers le rivage & vers la terre, sur-tout lorsque le ciel est serein, tems où ces vents sont plus réguliers; car ils retardent ordinairement d'un jour ou deux lorsque le tems est humide.

§. MMDLXXX. Ces vents se font sentir davantage sur les éminences des Caps, sur lesquels le terrein est plus échauffé de tous côtés par les rayons du soleil: ils sont plus foibles dans les golfes; parceque l'air qui repose sur la surface de l'eau est moins échauffé par le soleil, & que d'un côté il se porte directement contre le rivage: ces vents regnent aussi autour des Isles.

§. MMDLXXXI. Les vents de terre succedent aux vents de mer: ils commencent ordinairement à se faire sentir vers les six heures du soir, ils soufflent pendant toute la nuit jusqu'à 6, 7 ou 8 heures du matin, suivant la saison de l'année, & ils soufflent plus ou moins long-tems, suivant la situation des rivages.

§. MMDLXXXII. Ces vents viennent des terres; & si c'est une Isle, ils commencent au milieu, & se répandent tout autour vers la mer: ils s'étendent à différentes distances en mer, quelquefois à 3 & 4 milles; quelquefois ils n'écartent point le rivage: mais plus ils s'étendent, & moins ils durent.

§ MMDLXXXIII. Les vents de terre & de mer sont plus foibles dans les Pays qui sont les plus exposés au vent général.

§. MMDLXXXIV. Les vents de terre qui viennent des Caps, sont aussi moins violens; mais ceux qui regnent dans les golfes & dans les baies, sont les plus forts.

§. MMDLXX V. Ces vents de terre & de mer regnent sur les côtes & dans les Isles qui sont situées entre les deux tropiques, & conséquemment dans les contrées sur lesquelles le soleil darde perpendiculairement ses rayons, & qui conséquemment éprouvent une très grande chaleur: les vents de mer qui s'élevent de la mer, & qui sont portés vers le continent, rafraîchissent la trop grande chaleur du terrein, & rendent habitables des Pays dans lesquels les hommes & les animaux seroient suffoqués sans cela par une trop grande chaleur. Ces contrées sont encore considérablement refroidies par la longueur des nuits; de sorte qu'on y observe de grandes vicissitudes de chaud & de froid. Ces vents se font aussi remarquer sur la

Méditerranée ; car on observe qu'il ne fait point de vent le matin & le soir pendant l'été dans l'Isle Minorque ; que vers le milieu du jour le vent s'éleve vers la partie orientale de cette Isle, qu'il suit ensuite le cours du soleil, qu'il augmente jusqu'à deux ou trois heures après midi, & qu'il diminue ensuite sensiblement : c'est une observation de *Cleghorn.* On remarque aussi la même chose vers les confins du Languedoc, suivant les observations de MM. *Astruc* & *le Roi* (1).

§. MMDLXXXVI. Il est constant donc que dans les régions où regnent les vents de terre & de mer, le soleil se levant vers les six heures du matin, le terrein est très échauffé deux ou trois heures après son lever ; pareillement l'air qui couvre la surface de ce terrein, doit être considérablement échauffé par les rayons de soleil qui s'y réfléchissent : cette masse d'air doit donc être beaucoup plus raréfiée que la portion de l'atmosphere qui repose sur la surface de la mer : cet air échauffé s'élevant au-dessus des bornes de l'atmosphere, doit s'épancher latéralement, & devenir plus léger : le reflux de cette portion d'air doit augmenter le poids des colonnes d'air qui répondent à la surface de la mer. Ces colonnes, eu égard à leur excès de densité & à la quantité de vapeurs élastiques & électriques qui s'y élevent de la mer, doivent se porter vers la terre dans la masse d'air qui est plus légere & plus raréfiée, & produire un vent de mer, qui soufflera par conséquent tant que l'air qui répond à la surface de la terre sera plus échauffé que celui qui répond à celle de la mer : ce vent peut aussi emporter avec lui une grande quantité de vapeurs, & les disperser dans la masse d'air dans laquelle il se jette ; effets qui doivent durer jusqu'au coucher du soleil : or comme l'air qui répond à la surface de la terre n'est jamais plus chaud que depuis midi jusqu'à trois heures, & que dans ce tems il s'éleve une plus grande quantité de vapeurs de la surface de la mer, le vent de mer ne doit point être plus véhément que dans ce tems : mais lorsque le soleil est prêt à se coucher, la chaleur de l'air qui répond à la terre, diminue insensiblement, les vapeurs s'élevent en moindre quantité de la mer : le vent de mer doit donc s'affoiblir à proportion.

§. MMDLXXXVII. Enfin lorsque le soleil est couché, & qu'il cesse d'envoyer ses rayons sur cette partie de la surface de la terre, la chaleur se met en équilibre dans la masse d'air qui couvre la terre & la mer, le vent cesse, l'atmosphere reprend sa figure naturelle ; parceque ses limites se mettent alors de niveau.

Mais pendant ce tems le terrein & l'eau de la mer sont encore chauds, l'un & l'autre exhalent dans l'air des vapeurs chaudes ; mais la mer en exhale beaucoup plus que la terre, & qui conséquemment échauffent davantage la masse d'air qui répond à la surface de la mer ; ce qui fait que l'air qui répond au continent se jette, ainsi que les vapeurs qu'il contient, dans la masse d'air qui répond à la mer : joignez à cela la nouvelle masse d'air qui reflue sur celui qui répond à la surface de la terre, qui augmente sa densité, qui le rend plus pesant, & qui le détermine à s'étendre en tous sens ; mais sur-tout vers la mer, sur laquelle il excite un vent de terre qui souffle pendant toute la nuit, mais qui cesse le matin, par rapport à l'équilibre qui

(1) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1751.

s'établit entre la chaleur de l'air qui répond à la terre & la mer, & entre les vapeurs qui s'élevent de part & d'autre. Les vents de terre, ainsi que ceux de mer, cessent & ne se font point sentir lorsque la saison est humide; parceque le ciel est alors couvert de nuages, & qu'alors la terre, ainsi que la mer, ne sont point inégalement échauffées par les rayons du soleil, ainsi que l'air qui répond à leurs surfaces.

§. MMDLXXXVIII. Il regne des vents libres dans les autres parties de la terre, depuis les tropiques jusqu'aux pôles, tant méridional que Septentrional, qui n'ont ni tems, ni périodes, ni contrée, ni hauteur, ni longitude, ni latitude, ni force, en un mot, qui n'ont rien de réglé: ces vents soufflent de tous côtés; de sorte qu'on peut les comparer à des fleuves d'air de différentes largeur & longueur, qui coulent tantôt avec lenteur, tantôt avec impétuosité. Ces vents, semblables à des fleuves qui coulent plus rapidement vers le milieu de leur lit que vers les bords, soufflent aussi avec moins de force vers leurs bords qu'à leur milieu.

Tout ce qui peut faire changer de place à une partie de l'atmosphere, & la pousser vers quelqu'endroit, doit être regardé comme la cause de ces vents, soit que cette cause soit une force qui pousse l'air, soit que cette cause soit seulement une résistance diminuée dans un endroit quelconque, ou une tendence à l'équilibre. La direction du vent dépend du terrein, des fleuves, des lacs, de la mer, des exhalaisons qui s'échappent de la surface de la terre; elle dépend aussi de la situation des montagnes, des forêts, & de toutes les autres éminences qui résistent à l'air qui vient les frapper, & qui le dirigent vers certaines contrées; elle dépend aussi du défaut d'équilibre qui peut se trouver dans un endroit quelconque. Les observations que *Kirker* a faites pendant une longue suite d'années, démontrent incontestablement que les montagnes contribuent à la direction des vents: cet habile Physicien a trouvé que le mont Janvier, qui est chargé de neige, occasionnoit un vent de Nord à Rome, un vent de Sud à ceux qui sont placés au delà de cette montagne, un vent d'Est aux Sabins, un vent d'Ouest aux Vestins (1). Ainsi donc les vents qui soufflent la plûpart du tems dans le cours d'une année, sont des vents singuliers, propres à chaque Pays, ainsi que *Pline* l'a observé autrefois en Italie (2), & *Gassendi* en France (3). On ne peut donc les connoître parfaitement, & en rendre exactement raison, à moins qu'on ne connoisse parfaitement le Pays où ils regnent, & tous les différens alentours de ce Pays. On peut néanmoins observer en général, que tous les vents de mer, ou qui nous viennent d'un grand lac, sont humides; que ceux qui prennent leur origine sur un terrein sec, sont secs; que ceux qui viennent des Pays froids, sont froids; que ceux qui viennent des Pays chauds, sont chauds. Mais il y a outre cela plusieurs vents dans certaines régions qui sont encore plus singuliers, eu égard à leurs qualités salubres ou insalubres; tels sont les vents qui désolent la Pouille, la Calabre, Athenes, le golfe de Lyon, la Palestine.

(1) Kirkeri Mund. Subterran. Lib. 4. pag. 217.
(2) Histor. Natur. Lib. 2. §. 47. pag. 97.
(3) Physiq. Sect. 3. Lib. 2. pag. 69.

§. MMDLXXXIX. Les obſervations que *Garcin* a faites en Suiſſe, celles de *Doppelmajer* à Norimberg, de *Derham* en Angleterre, ainſi que celles que j'ai faites en Hollande, font voir manifeſtement qu'il y a différens vents qui ſoufflent en même tems dans ces endroits, (à moins qu'une tempête n'y regne pendant un tems d'une longue durée): or ces différens vents ſont occaſionnés par les différentes plaines, par les chaines de montagnes qui ſont ſituées différemment en Allemagne & en Suiſſe, par les grandes forêts qu'on trouve çà & là dans l'Allemagne, par les directions différentes des fleuves; car les hautes montagnes, ainſi que les forêts, interceptent les vents qui viennent s'y briſer, elles les arrêtent, elles les font tomber, tandis qu'ils s'étendent librement, & qu'ils parcourent une très grande étendue de terrein en raſe campagne: pareillement les chaînes de montagnes, les fentes qui s'y trouvent, les vallées, diviſent, rompent les vents, & les obligent à ſe porter ſelon différentes directions.

§. MMDXC. Comme *Pline* a exactement marqué les vents qui regnent en Italie, il eſt eſſentiel de les connoître. Le *Favonius*, qui vient de l'Occident équinoxial, ſe leve ſoixante & un jours après l'hiver, & ſouffle pendant neuf jours: le *Subſolanus*, qui vient de l'Orient équinoxial, eſt contraire au précédent; il ſe trouve avec le lever des pleïades, qui arrive le 7 de Mai. Le tems eſt alors pluvieux; parceque le vent eſt contraire à ceux du Nord. Pendant les chaleurs les plus fortes de l'été ſe leve la canicule, lorſque le ſoleil entre dans la premiere partie du lion: ce qui arrive le 17 de Juillet. Les vents de *Biſe*, qui viennent du Nord-Eſt, précedent le lever de la canicule d'environ 8 jours; ce qui les fait nommer *avant-coureurs*: mais deux jours après le lever de cette conſtellation, ces vents de Biſe ſoufflent plus conſtamment pendant les jours qu'on appelle *Etéſiens*: ce ſont les vents les plus fixes & les plus arrêtés. Après ces vents regnent aſſez ſouvent ceux du Sud, juſqu'au lever de la grande ourſe, qui arrive onze jours avant l'équinoxe d'automne. Alors commence le *Corus*, qu'on nomme vent d'*Aval*, ou de Nord-Oueſt, & qui ſouffle en automne. Le *Vulturnus*, qui ſe leve à l'Orient du ſolſtice d'hiver, lui eſt oppoſé. Environ 44 jours après l'équinoxe d'automne, le coucher des pleïades commence l'hiver; ce qui arrive ordinairement le 11 Novembre. Alors regne le vent du Nord d'hiver, bien différent de celui qui ſouffle en été; vis-à-vis de l'Aquilon ſe leve l'*Africus*, vent du Sud-Oueſt.

§. MMDXCI. Le terrein des ſept Provinces Unies des Pays-Bas eſt aſſez uni, & n'a que peu de montagnes. Les côtes de la mer ont des dunes, ou falaiſes ſablonneuſes, qui ne ſont que peu élevées. La montagne d'Ammerſfort n'eſt auſſi que peu élevée, de même que celles qu'on remarque dans cette partie de la Gueldre, qu'on nomme le Velaw. Les obſervations que j'ai faites à Utrecht, pendant pluſieurs années de ſuite, comparées à celles qu'on a faites dans les Provinces Unies, m'ont appris que le nombre des vents qui ſoufflent annuellement, étoit en quelque façon déterminé: or en faiſant une ſomme du nombre des vents de même eſpece, qui ont ſoufflé pendant l'eſpace de pluſieurs années, & diviſant cette ſomme par le nombre des années, j'ai formé un nombre moyen qui donne à peu près le nombre de jours que chaque vent ſouffle pendant le cours d'une année. D'après ce

calcul fait pour Utrecht, j'ai trouvé que le vent de Nord ſouffle 42 jours par an. Le Nord-Oueſt 33, l'Oueſt 77, le Sud-Oueſt 58, (dans l'ancienne édition 78), le Sud 33, le Sud-Eſt 26, l'Eſt 53, le Nord-Eſt 43. Ne pourroit-on pas dire que les vents d'Oueſt & de Sud-Oueſt ne ſont ſi fréquens à Utrecht, que parceque la mer d'Allemagne eſt ſituée à l'Oueſt par rapport à ce Pays, & que par ce moyen la maſſe d'air qui répond à la ſurface de cette mer, étant plus froide & plus denſe que celle qui répond à Utrecht, eſt pouſſée vers cette derniere maſſe, & vient s'y jetter? Joignez encore à cela qu'il s'éleve de la ſurface de cette mer une plus grande quantité de vapeurs élaſtiques que du continent; & conſéquemment que l'air qui couvre la ſurface de la mer eſt pouſſé vers le continent par l'élévation de ces vapeurs; ce qui doit produire un vent d'Oueſt. Ou bien ne pourroit-on pas dire que ce vent d'Oueſt ſeroit une partie du vent général de Nord-Eſt, qui, après avoir traverſé la mer Atlantique, va ſe rompre contre les terres élevées de l'Amérique, & ſe trouve comme repouſſé vers la partie ſeptentrionale & occidentale de la terre, en traverſant le canal, d'où il eſt porté vers la Hollande par l'Angleterre? Peut être que ces deux cauſes concourent à la fois à ce même phénomene, quoique les vapeurs qui s'élevent plus abondamment de l'Océan atlantique que de la mer d'Allemagne, qui eſt plus petite, ſoient encore une nouvelle cauſe qui ſe joint à celles qui produiſent le vent d'Oueſt.

§. MMDXCII. Mais pour quelle raiſon le vent de Sud-Eſt ſouffle t-il ſi peu fréquemment à Utrecht? Cela ne viendroit-il pas de ce que ce Pays, étant plus humide que l'Allemagne, qui eſt ſituée dans la même contrée; notre terrein eſt conſéquemment plus froid, & s'échauffe beaucoup moins que le terrein d'Allemagne: l'air qui répond à notre Pays eſt donc auſſi plus froid, s'échauffe moins, & ſe raréfie moins que celui qui repoſe ſur un terrein plus ſec & plus méridional; ce qui fait que les vents de Sud & de Sud-Eſt ſont ſi rares dans ce Pays. Peut être même que les hautes montagnes du Comté du Tirol, de Suiſſe, du Palatinat, du Rhin, du Duché de Juliers, interceptent en partie les vents de Sud Eſt qui pourroient ſe faire ſentir ſans cela à Utrecht.

Les vents de Sud ſont auſſi fort rares; ce qui vient de ce que le terrein & l'air des Pays méridionaux, ſont plus chauds que notre terrein & la partie de l'atmoſphere qui y répond, & conſéquemment que l'air de ce Pays n'eſt point pouſſé vers le nôtre, qui eſt plus froid.

§. MMDXCIII. Mais les vents de Nord regnent fréquemment chez nous; puiſque les vents de Nord-Eſt, de Nord & de Nord-Oueſt y ſoufflent pendant 118 jours par an: ces vents ſont auſſi fort fréquens dans les régions ſeptentrionales, d'où ils nous viennent; car ils ſe portent des plus froides régions aux plus chaudes: il ne ſe trouve dans leur trajet aucune montagne qui en intercepte le cours; car ces vents, & ſur-tout ceux du Nord, peuvent traverſer librement la mer d'Allemagne.

§. MMDXCIV. Les vents de Nord-Oueſt, ſi dangereux pour nos digues & nos côtes, ſont néanmoins aſſez rares chez nous. Cela ne viendroit-il pas de ce que le terrein d'Angleterre, mais ſur-tout celui de l'Ecoſſe, qui eſt rempli de montagnes, intercepte ces vents; de ſorte que ceux qui parvien-

nent dans notre Pays sont sur-tout Nord-Est, lesquels venant à heurter contre les montagnes de l'Ecosse, sont renvoyés vers nous, & peuvent librement s'étendre & souffler sur la mer d'Allemagne, sur la Frise orientale, sur la Frise, sur l'Over-Yssel & sur le Zuydersée.

§. MMDCXV. Mais pourquoi les vents d'Est soufflent-ils si fréquemment chez nous? Ces vents sont toujours froids, même au milieu de l'été; ils amenent la gelée pendant l'hiver; car il ne gele que très rarement, sans qu'il souffle un vent d'Est. Comme notre Pays est bas & plat, l'air qui y répond est plus chaud que celui qui repose sur les endroits élevés & montagneux de l'Allemagne, qui sont situés à l'Orient par rapport à notre Pays; par conséquent l'air de ces différens endroits étant plus dense & plus froid, se répand très souvent de notre côté, & produit un vent d'Est. En effet, plus l'air est élevé, plus il est froid, comme on peut l'observer par les neiges qui subsistent pendant long-tems sur les plus hautes montagnes de l'Allemagne, & qui ne s'y fondent qu'au commencement de l'été, tandis qu'il arrive très rarement qu'on trouve de la neige dans notre Pays après le 15 du mois de Mars, & même il est très rare qu'elle y subsiste jusqu'à ce tems : d'où il suit que la portion de l'atmosphere qui recouvre notre terrein, est plus chaude que celle qui répond à l'Allemagne ; ce qui est même confirmé par une expérience habituelle. Mais ne pourroit-on pas soupçonner que ces vents d'Est seroient une partie du vent général d'Est? Il pourroit se faire que ces deux causes concourussent à cet effet, quoique la premiere des deux me paroisse y avoir plus de part ; car le vent général d'Est n'a pas coutume de s'étendre dans les autres contrées à une distance du tropique du cancer aussi grande qu'est la latitude de la Hollande.

§. MMDXCVI. Les vents d'Ouest sont ordinairement humides en Hollande : ils apportent avec eux les nuées qui se forment au-dessus de la mer d'Allemagne : ils sont quelquefois accompagnés de tempêtes ; car ils ont coutume d'être chauds : la chaleur qu'ils portent avec eux occasionne des dégels en hiver, s'ils soufflent après la gelée. En effet, l'air qui répond à la surface de la mer est plus chaud pendant l'hiver, que celui qui répond à la surface du continent, & c'est pour cela qu'il survient de prompts dégels lorsque les vents d'Ouest sont violens.

Pour l'ordinaire les vents qui viennent de la mer sur le continent, sont humides : c'est pour cela que les vents d'Ouest qui viennent de l'Océan atlantique souffler en Angleterre, mais sur-tout à Cornouaille, pendant les trois quarts de l'année, sont pluvieux, véhémens, & orageux, suivant les observations de *Ray* (1) & de *Borlaze* (2). En effet, on ne voit que rarement un été sec à Cornouaille, quoique la sécheresse domine dans l'intérieur de l'Angleterre.

Morton observe que ces vents sont salubres à Northampton : on remarque encore des vents d'Ouest humides dans certaines parties de la Grece & de l'Empire Romain : c'est pour cela que les Poëtes ont attribué au vent le déluge de *Deucalion* (3). *Pline* a regardé comme humides les vents de Sud-

(1) Ray the Wisdom of God. p. 89. (2) Natural History of Cornwallis, Chap. 25
(3) Ovidius. Lib. 1. Metamorph.

Oueſt (1); tels ſont ceux qui ſoufflent dans la partie occidentale de l'Italie: mais ces vents ſont ſecs lorſqu'ils s'élevent & qu'ils ſoufflent ſur le continent : c'eſt ainſi que les vents d'Oueſt ſont ſereins, quoique cependant orageux de tems à autre à Rimini, lorſqu'ils ont traverſé l'Italie, comme *Planco* nous l'aſſure (2). Le vent d'Oueſt eſt pluvieux dans la Judée lorſqu'il ſouffle ſur toute l'étendue de la Méditerranée, & qu'il apporte avec lui les vapeurs qui s'élevent ſur cette mer. *Ruſſel*, qui a obſervé les vents qui ſoufflent à Alep, nous apprend que pour l'ordinaire les vents d'Oueſt ſoufflent pendant l'été dans ce Pays, qu'ils y temperent la chaleur immodérée qu'on y éprouve, & que ſans cela ce Pays ne ſeroit point habitable (3). *Erndtel* nous apprend que les vents d'Oueſt ſont orageux, nébuleux, pluvieux, à Varſovie en Pologne; parcequ'ils traverſent, pour y venir, des parties de la mer, des lacs, des marais, d'autres endroits très humides, ainſi que la mer Baltique, & toute la Poméranie. *Celſe* a trouvé, d'après des obſervations exactes qu'il a faites à Upſal pendant l'eſpace de onze ans, que les vents de Sud-Oueſt, d'Oueſt, de Nord-Oueſt, rendoient l'air plus froid pendant l'hiver, excepté le vent W. S. W., qui ſouffle quelquefois, & qui radoucit le tems. Cet habile Obſervateur n'attribue point mal à propos le froid qu'on éprouve à Upſal aux ſommets des montagnes de Norwege, qui ſont toujours couverts de neige pendant l'hiver, & ſur leſquels ces vents ſoufflent. En effet, les vents ſe refroidiſſent en paſſant ſur de la neige; ces vents donc ainſi refroidis, portent avec eux, en Suede, mais ſur-tout à Upſal, le froid qu'ils contractent; car les montagnes de Norwege ſont ſituées à l'Oueſt par rapport à Upſal (4).

On éprouve un froid violent pendant les mois de Juin, Juillet, Août, dans le Pays des Amazonnes en Amérique; Pays qui eſt habité par un Peuple qu'on nomme Aguas : la cauſe de ce froid ſont les neiges qui couvrent les ſommets des montagnes, ſur leſquels les vents venant à paſſer, ſe refroidiſſent, & tranſportent avec eux le froid qu'ils ſaiſiſſent (5). Mais il reſte encore à obſerver de quelle eſpece ſont les vents d'Oueſt dans les autres contrées du monde, & à examiner ſoigneuſement s'ils ſont ſecs ou humides, chauds ou froids, s'ils ſont ſalubres ou dangereux; car je n'ai voulu donner qu'un exemple à cet égard.

§. MMDXCVII. Les vents de Nord ſont toujours froids en Hollande; ils ne ſont point gracieux, & ils nuiſent à la fécondité de la terre : car ils nous viennent des Pays froids, après avoir traverſé les ſommets des montagnes de Norwege, où ils ſe refroidiſſent par leur contact avec la neige : ces vents ſont ordinairement ſecs; parcequ'ils ſont froids; les Pays qui ne ſont point expoſés à ces ſortes de vents, ſont chauds.

Nous obſervons en Hollande que les arbres qui ſont plantés à peu de diſtance de la mer d'Allemagne, & qui ſont expoſés aux vents du Nord, ne croiſſent pas aiſément, ne deviennent pas fort hauts, & que leurs ſommets ſe deſſechent. On obſerve la même choſe en Angleterre, à Cornouaille : les habiles Arboriſtes connoiſſent & diſtinguent ordinairement le côté qui

(1) Hiſt. Natur. Lib. 2. cap. 47. (2) Specimen Æſtus Marini. pag. 64. (3) Natural. Hiſtory. of Aleppo. p. 14. (4) Acta Berolin. Vol. 5. p. 161. (5) Wooden Rogers Voyag. p. 2. ch. 53.

a été tourné du côté du Nord, par les couches circulaires qui se trouvent plus serrées & plus compactes de ce côté.

Sibbaldus (1) nous apprend que les vents de Nord sont très fréquens en Ecosse : qu'ils amenent avec eux la gelée & la neige ; mais qu'ils purifient l'air, & qu'ils donnent de la force aux fibres animales.

Dans la description que *Morton* (2) nous a donnée des vents qui regnent à Northampton, il nous fait observer que le Nord-Ouest & le vent d'Est sont plus fréquens pendant le mois de Mai, & au commencement de Juillet : qu'alors les jours sont chauds & les nuits froides ; de sorte que les herbes se couvrent de gelée blanche, & que l'eau se convertit en glace ; dans ce même tems le ciel est couvert & opaque : quelquefois un brouillard universel s'étend sur tous les corps, auquel on donne le nom de *brouillard noir brûlant* : ce brouillard est très épais le matin & le soir ; il affecte sur-tout le frêne, il en noircit les feuilles qui sont encore tendres, il les desseche, il les crispe, & il les fait périr. Il produit le même effet sur l'orme & sur le noyer : il fait rougir les feuilles des pommiers, ou les pointes des fleurs, qui, saisies de froid, ne prennent plus d'accroissement ; il survient ensuite une quantité de mouches noires qui se glissent dans ces fleurs, qui rongent les parties intérieures qui sont encore tendres. Le vent de Nord Ouest occasionne les mêmes accidens en Hollande.

Lomonoscow nous apprend cependant, que pendant l'hiver les vents de Nord-Ouest & de Nord, traversant la mer blanche pour se rendre à Archangel, y font fondre la glace (3).

Erndtel remarque que les vents de Nord sont très dangereux & très froids en Pologne (4) ; parcequ'ils y sont arrêtés par le mont Crapak, qui les empêche de parvenir dans la Hongrie.

Pline nous assure que ces vents sont aussi très froids dans l'Italie ; mais que le vent de Nord y est très salubre (5).

Hyppocrate rapporte que le vent de Nord-Est, qui souffle pendant un certain tems de l'année dans la Grece, y excite des toux, y produit des maux de gorge, des tensions de ventre, des difficultés d'uriner, des maux de poitrine, des douleurs dans les côtes (6).

Ces vents ne se font presque point sentir à Kamtzchatka ; parceque cette Ville est à l'abri, du côté de sa partie septentrionale, par les sommets des hautes montagnes qui s'y trouvent : c'est aussi pour cela que Kamtzchatka est un Pays chaud, où on ne voit que très rarement de fortes gelées.

Les vents de Nord-Est & de Nord-Ouest sont les vents froids qu'on ressent en hiver à Alep ; ces vents sont d'autant plus froids en hiver & dans le printems, qu'ils prennent davantage du Nord-Ouest. Depuis le commencement de Mai jusqu'à la fin de Septembre, ces mêmes vents sont accompagnés de chaleurs ; & lorsqu'ils soufflent avec véhémence, les chaleurs qu'ils

(1) Scotia Illustrata. Lib. 1. cap. 6.
(2) Natur. Histor. of. Northampt. Chap. 5. pag. 331.
(3) In Annuis Sacris Petropol. ann. 1753. pag. 13.
(4) Warsavia Illustrat. Cap. 2. pag. 37.
(5) Histor. Natur. Lib. 2. cap. 47.
(6) Aphoris. Sect. 3. Aphor. 5.

amenent sont si grandes, qu'on diroit que ces vents sortiroient d'une fournaise : on a soin alors de fermer exactement les portes & les fenêtres pour s'en garantir; parcequ'ils occasionnent des *malaises* & des difficultés de respirer : mais ils ne soufflent ainsi que pendant 4 à 5 jours, & ils ne reviennent pas régulierement chaque été (1). Les vents de Nord sont froids, secs & salubres dans l'Isle Minorque : ils dissipent les brouillards & procurent la sérénité : les vents de Nord-Ouest & de Nord y sont très fréquens pendant l'hiver & pendant le printems; & comme ces vents sont froids & secs, ils détruisent les rejettons qui sont encore foibles, & les boutons : ils nuisent aussi à la vigne & au bled. Lorsque les vents de Nord Est soufflent en même-tems, ils sont humides; & lorsqu'ils sont accompagnés de pluie, ils en sont moins dangereux (2).

§. MMDXCVIII. Les vents d'Est sont froids en Hollande : ils y apportent la gelée; car il y gele rarement avant que le vent d'Est ait soufflé. Ces vents ont coutume d'être secs, & le ciel serein, sur-tout s'ils soufflent pendant long-tems; mais s'ils surviennent promptement après les vents d'Ouest, ils ramenent avec eux les nuées que les vents d'Ouest avoient apportées, & alors ils sont d'abord pluvieux pendant un ou deux jours : néanmoins ils deviennent ensuite secs & salubres. Ces vents soufflent en Hollande dans tous les mois indifféremment; mais cependant ils soufflent sur tout pendant les mois d'hiver : la gelée subsiste tant que ces vents soufflent; car il est extrêmement rare qu'il dégele pendant leur présence. Ces vents soufflent fréquemment à Edimbourg en Ecosse pendant les mois de Mars, Avril, Mai & Juin (3). Ils regnent sur-tout pendant les mois d'Octobre, Novembre, Décembre & Janvier à Nuremberg.

Aux environs de la forteresse d'Ochot en Sibérie, sur le bord de la mer de Penchari, la rigueur du froid est diminuée, pendant le milieu de l'hiver, par le vent d'Est & de Sud Est : ces vents, suivant le témoignage de *Lomonoscow*, y rendent le tems pluvieux.

Cleghorn a éprouvé que les vents d'Est étoient froids, pendant le printems, dans l'Isle Minorque, chauds pendant l'été; que les vents de Sud-Est étoient fort insalubres, qu'ils remplissoient l'air de brouillards, qu'ils le rendoient dangereux pour la respiration, qu'il devenoit propre à suffoquer, pendant l'été, & qu'il occasionnoit des langueurs.

§. MMDXCIX. Les vents de Sud apportent la chaleur en Hollande; parcequ'ils y viennent des Pays chauds : ces vents sont humides; ils rendent le ciel désagréable, ingrat, opaque, ils relâchent les fibres; ce qui émousse l'esprit, occasionne la tristesse, la passion hystérique, & des maladies cutanées : la chaleur qu'ils procurent est néanmoins très propre à conduire les fruits à leur maturité. Lorsque ces vents soufflent pendant l'été, la foudre & le tonnerre se font entendre pour l'ordinaire après midi.

§. MMDC. On remarque pour l'ordinaire en Hollande, que, pendant le printems, l'été & l'automne, les vents commencent à souffler le matin

(1) Russel Natural. Histor. of Aleppo. pag. 14.
(2) Cleghorn Hist. of Minorca.
(3) Medical Essays. Vol. 5. pag. 39.

avec le soleil levant, ou peu de tems après son lever, & que le soir ils s'appaisent ou ils cessent de souffler : or cet effet n'arrive le matin au lever du soleil, que parceque les vapeurs commencent alors à s'élever des fosses & des lacs, & que par leur élasticité elles agitent l'air & produisent du vent ; au lieu que sur le soir, lorsque la nuit commence à paroître, l'air est refroidi, l'eau ne fournit plus qu'une très petite quantité de vapeurs ; ce qui affoiblit la cause du vent, ou la détruit tout à-fait.

§. MMDCI. *Grafft* a fait aussi des observations sur les vents qui regnent à Tubingen : cette Ville est située dans une vallée assez étendue le long du Necker ; elle est entourée de petites montagnes peu écartées les unes des autres : ces montagnes, qui en sont peu éloignées, la bordent depuis l'Est & le Midi jusqu'à l'Occident d'hiver & d'été ; mais à la distance d'un huitieme environ de mille d'Allemagne, vers le Septentrion, on remarque des montagnes dont la cime est fort élevée, & qui s'étendent avec des forêts très épaisses jusqu'à Stutgard : outre cela, en allant vers l'Ouest, on remarque à trois milles d'Allemagne, une chaîne de montagnes fort élevées, ainsi qu'une forêt très épaisse, qu'on appelle la forêt Noire. Vers le Midi, à la distance d'un mille & demi, on remarque aussi plusieurs montagnes qui s'étendent vers l'Est, qu'on appelle les montagnes de l'Alpsin ; de sorte qu'il n'y a qu'une très petite étendue de terrein vers l'Est qui ne soit point couverte de montagnes.

Or pendant l'espace de 9 ans, voici le résultat des observations de *Graafft*, en prenant un nombre moyen pour déterminer le nombre de fois que les vents ci-dessous indiqués ont soufflé dans chaque année.

	Jours.		Jours.
Le vent d'Ouest . . .	61	De Nord-Est . . .	15
d'Est équinox.	60	De Nord-Ouest .	11
de Sud-Ouest	26	De Sud	11
de Nord . .	20	De Sud-Est . . .	6

Ce qui fait en tout 210 jours venteux dans l'espace d'une année ; de sorte qu'il n'y a par an que 155 jours qui sont exempts de vents.

§. MMDCII. Non seulement les vents soufflent vers la surface de la terre ; mais ils soufflent encore à différentes hauteurs, de sorte qu'on en voit regner quelques uns dans des endroits fort élevés : car les Géometres qui ont fait des observations sur les plus hautes montagnes du Pérou, y ont éprouvé des vents très violens qui renversoient leurs tentes : néanmoins on étoit anciennement dans l'opinion, que le vent ne pouvoit point s'élever jusqu'au sommet du mont Atlas ; parcequ'on y observoit des cendres qui y demeuroient pendant tout le cours de l'année.

§. MMDCIII. Nous avons dans ce Pays une ancienne tradition, qui nous apprend que lorsqu'il vente dans l'équinoxe du printems, ce même vent qui regne alors, doit encore durer 14 jours de suite, sur-tout si c'est un vent de

Nord ou de Nord-Oueſt : mais, ſuivant les obſervations que j'ai faites avec tout le ſoin poſſible, j'ai trouvé que cette tradition étoit fauſſe, & j'imagine qu'elle doit ſon origine à un paſſage de *Pline* mal entendu. Ce Naturaliſte remarque, au ſujet de l'équinoxe d'automne, que lorſque le vent de Nord-Oueſt commence en ce tems, il regne pendant l'automne (1). Mais *Revillas* (2) qui a fait à Rome des obſervations météorologiques, a remarqué que les vents qui ſoufflent le plus ſouvent pendant les jours qui ſont les plus proches des deux ſolſtices, dominent très fréquemment le haut du jour ; ce que nous avons remarqué auſſi à l'égard des vents qui ſoufflent dans les tems des équinoxes, quoique cela ne ſoit pas ſi ſenſible. *Blanchini* a fait la même obſervation à Rome pendant une longue ſuite d'années, & atteſte la vérité de ce fait ; pour nous, nous l'avons remarqué conſtamment pour l'ordinaire.

§. MMDCIV. Les cauſes des vents libres ſont, ou dans les entrailles de la terre, ou ſur ſa ſurface, ou dans l'atmoſphere, ou enfin au-deſſus de l'atmoſphere. En effet, pluſieurs obſervations nous apprennent qu'il ſort de certaines cavernes de la terre des vents impétueux qui s'élevent & qui ſoufflent dans l'air. *Pline* remarque ce phénomene par rapport à certains puits de Dalmatie & de la Cyrénaïque (3).

Gilbert nous apprend qu'en Angleterre, dans le Comté d'Enbigh, il y a des cavernes d'où le vent ſort avec tant de violence, qu'il repouſſe les draps & les habits qu'on y jette. M. *Scheuchſer* a découvert en Suiſſe pluſieurs cavernes de cette nature, dont il nous a donné la deſcription dans ſa Stoïcheiographie (4). *Gaſſendi* (5) fait mention d'une ſemblable caverne qui ſe trouve dans une Province ſituée auprès de Lauſanne.

Kirker (6) atteſte la même choſe par rapport à une autre caverne ſituée auprès d'un endroit qu'il nomme *Noviodunum* (7). *Connor* rapporte la même choſe de l'antre de la Sibille Cumana, dans le Royaume de Naples, de quelques autres lieux ſouterrains proche de Baje, de certaines mines d'Allemagne, & des ſalines de Pologne, auprès de Cracovie (8). Ce même phénomene ſe fait auſſi obſerver auprès de Terni (9), au mont Véſuve (10) & en Catalogne (11) ; mais il y a outre cela pluſieurs Auteurs qui nous aſſurent qu'on voit quelquefois des vents qui s'élevent du fond de la mer, qui ſoulevent rapidement l'eau, la traverſent, & excitent de furieuſes tempêtes.

(1) Plin. Hiſt. Natur. Lib. 2. cap. 47.
(2) Philoſoph. Tranſact. n. 466.
(3) *Hiſtor.* Natur. Lib. 2. cap. 45.
(4) Stoïcheiog. Helvet. pag. 122.
(5) Ad Lib. 10. Diogen. Laert. pag. 1008.
(6) Mundus Subterran. Lib. 4. pag. 239.
(7) *Noviodunum* ſignifie, ou Noyon en Picardie, ou Krainbourg dans la Carniole ; ou Nevers, ou Neuvy. Il faudroit avoir l'Ouvrage de Kirker pour pouvoir décider lequel des 4 il entend, en ſuppoſant néanmoins qu'il y auroit quelque choſe dans cet article qui pourroit lever cet embarras ; ce qui d'ailleurs n'eſt point intéreſſant.
(8) Differt: Med. Phyſiq. pag. 33. Art. 3.
(9) Kircheri Mund. Subterran. Lib. 2. Journ. des Sav. ann. 1685. p. 419.
(10) Miſſon Itiner. Tom. 3.
(11) Marca Hiſpan. Lib. 2. cap. 22.

Gassendi rapporte ce phénomene en parlant du lac Legnio (1). *Hearnius* (2) dit la même chose du lac Vetter.

Les Mariniers Hollandois & quantité d'autres atteſtent la même choſe de la mer de la Chine, qui eſt fort dangereuſe, par rapport à ces ſortes d'accidens (3).

§. MMDCV. Il peut y avoir pluſieurs cauſes différentes de ces vents ſouterrains. 1°. Imaginons qu'une de ces cavernes pleine de vent, ſoit faite comme une groſſe cruche, dont le ventre ſoit large & le col étroit, & que ce col repréſente l'ouverture ſupérieure de cette caverne : ſuppoſons donc que cette caverne ſoit remplie d'un air froid & condenſé, & preſſé par le poids de l'atmoſphere qui repoſe deſſus : or ſi l'air de l'atmoſphere devient plus léger au deſſus de cette caverne, quoi qu'il en ſoit de la cauſe qui produit cet effet, l'air qui ſe trouve dans la caverne étant alors moins comprimé qu'auparavant, ſe dilatera & ſe portera de bas en-haut, en vertu de ſa force élaſtique, il ſortira de cette caverne, de même qu'il s'échapperoit par le col de la cruche, & il produira un vent qui s'élevera de bas en-haut. 2°. Suppoſant qu'un petit courant d'eau ſe décharge dans une de ces cavernes à travers les fentes de la terre, cette eau portera avec elle une grande quantité d'air qui s'échappera par une autre ouverture de cette caverne, & formera par ſa ſortie un vent auſſi fort que celui qu'on excite par le moyen d'un gros ſoufflet, ainſi que *Hero* l'a démontré autrefois. Pluſieurs Auteurs ont traité de ces ſortes de ſoufflets (4). 3°. Si l'eau qui tombe dans ces ſortes de cavernes, tombe ſur des terres ſulfureuſes, ferrugineuſes, ou vitrioliques, il s'engendrera auſſi-tôt une chaleur : une partie de cette eau ſe convertira en vapeurs très élaſtiques, qui pouſſeront avec impétuoſité au dehors de la caverne l'air qui y eſt compris : ces vapeurs elles mêmes s'en élanceront de la même maniere que l'air qu'on renferme dans une éolipile, qu'on fait enſuite chauffer : on la voit s'échapper avec impétuoſité ſous la forme d'une eſpece de vent, par l'ouverture pratiquée au bec de cet éolipile. 4°. Le feu ſouterrain, mis en mouvement par une cauſe quelconque, peut produire de ſemblables phénomenes. 5°. Si quelques unes de ces cavernes communiquent enſemble, & que chacune ait ſon embouchure particuliere ; il ne pourra point ſe faire qu'une ou deux de ces cavernes ne reçoive une partie du vent qui s'excite dans l'atmoſphere, & que ce vent ayant circulé dans toute la capacité de la caverne, où il ſera introduit, ne ſorte par l'ouverture oppoſée. 6°. Les vents qui ſortent du fond de la mer, tirent leur origine des tremblemens de terre qui ſe font ſous l'eau, & qui ſont eux mêmes produits par différentes effervescences, ou par des inflammations qui engendrent une grande quantité de fluide élaſtique, qui s'élance avec impétuoſité de bas en-haut, & s'échappe par les ouvertures & les crevaſſes qui ſe font au fond de la mer : dès que ce fluide a traverſé la maſſe d'eau qui s'oppoſoit à ſon paſ-

(1) Vita Peireſci, Lib. 5. pag. 407.
(2) Philoſoph. Tranſact. n. 298.
(3) Obſervat. Phyſiq. envoyées de Siam à l'Académie.
(4) Philoſ. Tranſ. n. 475. Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1762. Belidor, Arch. Hydrau., Lib. 3. chap. 4. p. 192.

ſage, il ſe développe avec violence en toute ſortes de ſens, & forme un tourbillon.

§. MMDCVI. On doit regarder comme cauſe des vents qui ſoufflent ſur la ſurface de la terre, tout ce qui peut cauſer quelqu'ébranlement dans l'atmoſphere, & le mettre en mouvement : telles ſont, par exemple, les vagues de la mer, ſon flux & reflux, qui entraînent & qui pouſſent l'air en avant. 2°. Les fleuves qui roulent leurs eaux avec beaucoup de rapidité, & qui engendrent des vagues; ce qui fait qu'on éprouve preſque toujours un vent frais vers le bord de la mer & ſur les rivages des rivieres. 3°. Les exhalaiſons & les vapeurs qui s'élevent du ſein de la terre, qui, par le mouvement qui les entraîne, ainſi que par leur abondance, mettent en mouvement la maſſe d'air qui les reçoit. 4°. Un grand feu qu'on allume dans un endroit, qui communique un mouvement irrégulier à l'air qui s'y trouve, qui le chaſſe & le pouſſe vers un autre endroit. 5°. L'inflammation d'une grande quantité de poudre à canon, ou l'embrâſement d'un mêlange de nître & d'antimoine. 6°. La fonte des neiges & des glaces, excitée par les rayons du ſoleil, ainſi qu'*Hyppocrate* l'a obſervé autrefois, & que le Baron de *Verulam*, *Varin*, *Mariotte* & *Offman* l'ont confirmé depuis. Le dernier de ces célebres Obſervateurs a remarqué qu'il s'engendroit des vents d'Eſt par les fontes des neiges qui ſe font dans les mois d'Avril & de Mai ſur les hautes montagnes de la Moravie, de la Bohême, & de la Miſnie; que ces vents étoient extrêmement nuiſibles aux jardins & aux prairies; parceque l'air qui eſt dans le voiſinage de ces neiges, eſt un air très épais, qui ſe dilate par la même cauſe qui produit la fonte de la neige, & la vapeur qui s'éleve en abondance de la neige fondue, occaſionne le vent. 7°. Lorſqu'un corps plan d'une grande étendue tombe précipitamment vers la ſurface de la terre, l'air qui répond à ſa ſurface cede à la preſſion qu'elle exerce contre lui; il s'étend en toutes ſortes de ſens, & il produit du vent. 8°. Lorſqu'en automne les arbres ſont preſque dépouillés de leurs feuilles, celles qui ſont tombées, commençant à ſe pourrir, lâchent l'air qu'elles avoient autrefois abſorbé, elles le pouſſent dans l'atmoſphere; il s'y éleve en grande quantité, & il produit néceſſairement du vent. On pourroit encore rapporter ici quantité d'autres phénomenes, qui ſont en partie cauſes productrices, ou en partie cauſes occaſionnelles des vents; tels ſont, par exemple, les eſpaces qui ſe trouvent entre deux montagnes, les détroits qui ſe trouvent entre deux promontoires de terres très élevés; tel eſt le détroit de Magellan, le détroit Waygats, celui de Gibraltar, qui font paſſer le vent d'un eſpace très étendu dans de plus petits eſpaces, & qui par ce moyen accélerent ſon mouvement, & font qu'un vent doux devient rapide : c'eſt ainſi que les vents de Nord & de Sud deviennent quelquefois très violens, lorſqu'ils ſoufflent entre les chaînes des Andes du Pérou, qui s'étendent du Septentrion au Midi.

§. MMDCVII. Il y a beaucoup de vents qui ſont produits par des cauſes qui ſe trouvent dans l'atmoſphere même : ces cauſes peuvent agir de différentes manieres, ſoit en condenſant l'air & en augmentant ſon reſſort; ſoit en le raréfiant, ou en le pouſſant d'un endroit dans un autre : alors la maſſe d'air qui entoure l'eſpace qui ſe trouve vuide, & qui eſt plus denſe & plus

élaſtique, ſe porte avec impétuoſité dans cet eſpace vuide. En général, tout ce qui peut rompre l'équilibre de l'air dans tout endroit quelconque, doit être regardé comme une cauſe du vent : on doit donc ranger parmi ces différentes cauſes, la chaleur & le froid; puiſque la chaleur raréfie l'air, l'étend, & augmente ſon reſſort, & que le froid le condenſe. L'électricité peut auſſi être regardée comme une des cauſes du vent, lorſqu'elle ſe trouve abondamment répandue dans une nuée, & qu'elle forme une atmoſphere autour d'elle. En effet, une nuée de cette eſpece venant à en rencontrer une ſemblable, ces deux nuées ſe repouſſeront mutuellement, & elles produiront alors deux vents contraires : au contraire, ſi une nuée chargée d'électricité en rencontre une autre qui ne ſoit point, ou qui ne ſoit que peu électrique, l'une de ces deux nuées, ou même ces deux nuées, s'attireront mutuellement, s'élanceront avec impétuoſité l'une dans l'autre, ſe confondront enſemble, & produiront un nouveau vent : ou ſi une nuée électrique ſe trouve tranſportée dans un air qui ne ſoit point électrique, ou qui le ſoit moins que cette nuée, elle tendra à ſe mettre en équilibre, elle ſe diviſera en pluſieurs parties, ou elle ſe fondra juſqu'à ce que la matiere électrique ſoit uniformément répandue dans l'air : or cette diſſolution des parties d'une nuée ne peut avoir lieu ſans qu'il s'engendre un mouvement qui produiſe du vent.

La chûte des nuées, ou celles qui ſe convertiſſent ſubitement en eau, communiquent, par leur chûte, un mouvement à l'air, qui par conſéquent produit du vent.

Mais la principale de ces cauſes eſt l'effervefcence de diverſes ſortes d'exhalaiſons, ou des vapeurs & exhalaiſons qui ſe rencontrent, & qui ſe mêlent enſemble. En effet, dès que deux exhalaiſons différentes ſe mêlent enſemble & font effervefcence, elles s'étendent, elles engendrent un fluide élaſtique, ou elles acquerent elles-mêmes un plus grand reſſort : elles pouſſent donc l'air ambiant, & lui communiquent plus ou moins de vîteſſe, ſuivant que l'effervefcence eſt plus ou moins grande, ou ſuivant que leur reſſort eſt plus ou moins augmenté, ou ſuivant les forces du fluide élaſtique qu'elles engendrent. La plus grande partie de ces effervefcences produit de la chaleur : c'eſt pour cela que, dans un tems d'orage, l'air a coutume d'être chaud, en quelque tems de l'année que cet orage ſurvienne. Le frottement des parties qui roulent & qui ſe meuvent les unes ſur les autres, raſſemble encore une certaine quantité de matiere ignée ; comme il ſe mêle tantôt plus, tantôt moins d'exhalaiſons dans l'air, & qu'après qu'un mêlange s'eſt fait, il ſe paſſe quelque tems avant qu'il s'en faſſe un autre, le vent ſera plus ou moins impétueux : quelquefois il s'appaiſera tout-à-fait, & recommencera bien tôt après à ſouffler avec plus de force qu'auparavant, ainſi que nous avons coutume de l'obſerver par rapport aux vents libres, qui ne ſoufflent jamais avec une égale force, pendant l'eſpace de deux minutes, mais qui ſoufflent toujours inégalement; ce qui a d'autant plus lieu, que le vent eſt plus fort. Il pourroit bien ſe faire que ces interruptions que nous obſervons dans l'impétuoſité du vent, dépendiſſent des ondes que la tempête excite dans l'air : nous obſervons cependant que les ondes de la mer ſe ſuccedent à tems égaux, & qu'il en eſt de même de celles que le ſon produit ;

tandis que les espaces de tems qui séparent les bouffées de vent, sont fort inégaux : outre cela, on ne peut pas dire que les ondes excitées dans l'air soient la cause de la chaleur qui s'y engendre toujours dans un tems d'orage; ce qui fait que j'imagine que ces interruptions, dans l'impétuosité des vents, dépend plutôt des effervescences qui se succedent, que des ondes dont nous venons de parler. Ajoûtez encore à cela qu'il faut bien que la cause qui produit les premieres ondes, soit elle même différente de ces ondes : or cette cause ne peut être autre chose que l'effervescence.

On voit toujours naître quelques vents lorsque la foudre & le tonnerre se font entendre ; car la foudre pousse l'air, le chasse de l'espace qu'il occupe : l'air ambiant se jette donc alors avec impétuosité dans l'espace qui vient d'être évacué, & produit conséquemment du vent ; ce qui est confirmé par une observation faite en Angleterre, qui nous apprend qu'un vent qui n'avoit pas plus de 60 pieds d'étendue en largeur, suivoit une foudre qui occupoit 16 pieds en largeur (1).

Lorsque les exhalaisons qui s'élevent dans l'atmosphere sont en petite quantité, & qu'elles sont assez rares pour ne point troubler la transparence de l'air, les effervescences qui accompagnent leur mêlange, sont moins véhémentes, & pour l'ordinaire les vents sont plus doux; mais lorsque ces exhalaisons sont très abondantes, & qu'elles forment des nuées épaisses, elles engendrent de très grands vents : c'est pour cela qu'il se forme de plus grands vents dans un tems de nuages que dans un tems serein. Il y a des nuages dont les exhalaisons fermentent avec toutes sortes de vapeurs, ou qui étant fortement chargées d'électricité, se jettent avec impétuosité sur les autres qu'elles rencontrent, & qui sont beaucoup moins électriques, qui conséquemment chassent avec violence la masse d'air qui se trouve interceptée, & la mettent en mouvement : ces sortes de nuées excitent des vents dans tous les endroits par où elles passent. On remarque souvent de ces sortes de nuées pendant l'été, même lorsque le ciel paroît serein, & les habiles Mariniers savent bien les distinguer de loin par leur couleur noire. J'ai vû moi-même, le 17 Août de l'année 1748, en me promenant au-dehors de Leyde, j'ai vu, dis-je, de loin dans le chemin qui conduit de Hollande en Zelande une nuée noire & grande qui venoit à moi : je sentis bien-tôt après un vent violent du troisieme degré : lorsque cette nuée fut au-dessus de ma tête, elle fondit en eau : après que cette nuée eut passé au-delà de mon zénith, la vîtesse du vent étoit diminuée d'une quantité incroyable ; de sorte que je ne puis douter que cette nuée ne fût la véritable cause de la pluie qui tomba, & du vent que je sentis.

On remarque aussi des nuées noirâtres au point qu'elles paroissent couvertes d'une peau : elles produisent souvent des tourbillons : lorsque ces nuées crevent, les vents en sortent comme des torrens. Ces sortes de vents se font quelquefois observer dans la mer d'Ethiopie, sur le dernier promontoire d'Afrique, dans la Guinée, à Loango, à Guardafui (2), dans la terre

(1) Philos. Trans. v. 48. n. 1.

(1) Varenii Georg. Sect. 6. chap. 21. §. X. Kolbe Beschryving van de Kaap. Tom. I.

nommée

nommée *Di-natal*, & auprès de Porto-Bello (1), ainſi que dans les Antilles (2), & ils ſont très furieux. En effet, ſur la côte de Guinée il ſurvient quelquefois deux ou trois orages dans un ſeul jour : on voit naître quelques petites nuées noires, tandis que tout le reſte du ciel demeure ſerein, & que la mer eſt tranquille : la premiere bouffée de vent qui part de ces nuées, eſt furieuſe : elle ſouffle avec une impétuoſité incroyable : elle renverſe tout ce qui ſe trouve ſur ſon paſſage ; elle briſe les antennes, elle renverſe les vaiſſeaux, & elle éleve en l'air tout ce qu'elle peut ſaiſir. On donne auſſi le nom de typhon à ces ſortes de bouffées de vent. Ce phénomene ſe fait ſur tout remarquer dans cette contrée pendant les mois d'Avril, Mai & Juin, lorſqu'aucun vent réglé ne s'y fait ſentir : mais cela arrive dans le Royaume de Loango, pendant les mois de Janvier, Février, Mars & Avril. A Guardafui un vent de tourbillon ſouffle pendant le mois de Mai, & on y obſerve un vent du Nord qui vient des nuées : on remarque une montagne fort élevée, qu'on appelle le mont Capiro, dont le ſommet eſt toujours entouré de nuées plus épaiſſes que celles qui flottent dans l'atmoſphere : lorſque ces nuées deviennent plus denſes, & qu'elles deſcendent, elles indiquent un orage prochain ; & le beau tems va renaître dès qu'elles remontent : ces variations ſont fréquentes & ſubites.

§. MMDCVIII. J'ai déja fait ſouvent mention, tant dans ce Chapitre que dans les précédens, des effervеſcences qui ſurviennent dans l'air ; & afin que perſonne ne doute de la vérité de ce que j'ai avancé, voici quelques expériences qui prouvent démonſtrativement que je n'ai rien mis en avant qui n'arrive effectivement. Si on met ſur une table une fiole ouverte, dans laquelle il y ait de l'eſprit volatil de ſel ammoniac, une partie de ce liquide s'évaporera : on s'appercevra de cette évaporation par l'odeur qu'elle répandra ; car ces parties ne ſeront point ſenſibles à la vue : il en arrivera de même ſi on débouche pareillement une autre fiole, dans laquelle il y ait de l'eſprit de nitre : or ſi on rapproche ces deux fioles l'une de l'autre, les exhalaiſons qui en ſortent, venant à ſe rencontrer dans l'air, ſe mêleront enſemble, & produiront, par leur mêlange, une effervеſcence & un petit nuage ſenſible, accompagné de chaleur, ainſi qu'on pourra s'en convaincre en plongeant dedans la boule d'un thermometre. Le célebre M. *Halès* (3) nous apprend, qu'ayant mêlé dans une fiole de l'eſprit de nitre avec un minéral vitriolique, ce mêlange produiſit d'abord une effervеſcence : après qu'elle eut entierement ceſſé, il ouvrit la fiole, dans laquelle il laiſſa entrer de nouvel air ; l'effervеſcence recommença d'abord, & alors l'air qui étoit dans la fiole devint épais & rouge. On peut répéter pluſieurs fois de ſuite cette expérience, & toujours avec le même ſuccès. La même choſe peut auſſi ſe faire dans une fiole, dans laquelle on a verſé de l'eſprit de nitre ſur de la limaille de fer : cela arrive auſſi ſous un récipient, où il eſt reſté de la vapeur de l'eau-forte qu'on a verſée ſur une pyrite.

§. MMDCIX. Les cauſes du vent qui ſe trouvent au deſſus de notre at-

(1) Voyage en Amérique par Dom Georg. Juan. Liv. 2. chap. 3.
(2) Philoſ. Tranſ. Vol. 49. Part. 2. pag. 629.
(3) Appendix ad Hæmaſtat. Exper. 3.

mosphere, sont le soleil & la lune : ces deux corps maîtrisant l'atmosphere par leur gravitation, l'attirent à eux, & y produisent un mouvement analogue au flux & reflux de la mer, qui dépend aussi de leur gravitation. Ce flux & reflux de l'air est néanmoins très petit, & à peine suffisant pour produire un vent sensible ; ce qui vient du peu de poids de l'air & de la rareté de ses parties : car si on suppose que la gravité du soleil & de la lune, jointes ensemble, élevent l'eau à la hauteur de 30 pieds, hauteur qui se trouve véritablement plus grande que celle à laquelle l'eau est élevée dans presque tous les Ports, & qui n'est que de 10 pieds au milieu de la mer ; l'air, qui est au moins 600 fois plus rare que l'eau, doit être par conséquent 600 fois moins dense, & s'élever d'autant moins : ce qui réduit son élévation à $\frac{1}{5}$ de pouce. La différence qu'on remarque entre la distance de la lune à la surface de l'Océan, & sa distance de l'atmosphere ne cause presque point de différence dans le calcul ; car si on suppose que la hauteur de l'atmosphere = 100 milles, cette hauteur ne sera que la quinzieme partie du rayon de la terre ; & conséquemment la distance de la lune à la surface de la mer, sera à celle de ce même astre à l'atmosphere, comme $64 : 63\frac{14}{15}$, dont les quarrés ne différeront que très peu : & conséquemment l'action mutuelle de la gravitation de la lune & de l'Océan, ou de la lune & de l'air, ne sera presque pas différente ; puisque cette action suit la raison inverse du quarré des distances. Par conséquent la colonne d'air qui répondra immédiatement au soleil, ou à la lune, ne sera que d'un cinquieme de pouce plus haute que les colonnes circonvoisines : or pour produire cette hauteur, l'air ambiant n'affluera que très peu dans la colonne élevée ; & cet air venant ensuite à refluer, ne sera encore agité que d'un très petit mouvement, à peine sensible.

Mais quand on supposeroit même que l'air seroit élevé aussi haut que l'eau ; une colonne d'air de toute la hauteur de l'atmosphere, & qui acquerroit 30 pieds de plus en élévation, ne pourroit point encore, par son excès de hauteur au-dessus des colonnes circonvoisines, & par l'excès du poids qu'elle acquerroit, ne pourroit point, dis-je, mouvoir sensiblement ces colonnes ambiantes : aussi ne remarque-t-on aucun changement sensible dans la colonne de mercure du barometre, pendant le tems du flux & reflux que la mer souffre entre les tropiques, soit que la lune soit à l'horison, au zénith, ou qu'elle passe au dessous de l'horison. On n'observe point non plus au-delà des tropiques des mouvemens dans l'atmosphere aussi réguliers, & semblables à ceux qui se passent sur la mer, quoiqu'il y ait certains endroits où le flux & reflux de la mer soit très grand, soit pendant la nouvelle lune, la pleine lune, ou qu'elle soit dans les nœuds. Aussi j'imagine que le flux & le reflux de la mer doit plutôt être regardé comme la cause du vent. La gravitation du soleil doit être moindre sur l'atmosphere que celle de la lune.

§. MMDCX. Mais le soleil agit, sur-tout sur l'air, d'une autre maniere. En effet, il le raréfie par la chaleur qu'il y porte, & il l'échauffe d'autant plus, qu'il y envoie un plus grand nombre de rayons, & que ces rayons y tombent plus directement ; par conséquent s'il se trouve dans le ciel des nuages qui y soient répandus çà & là, & qui interceptent les rayons du soleil, la masse d'air qui se trouvera au-dessous de ces nuages, sera moins échauffée, & se raréfiera moins : l'air au contraire qui se trouvera à découvert, &

au-dessus duquel il n'y aura point de nuages, sera plus échauffé par les rayons du soleil; cet air plus échauffé se raréfiant davantage, se portera dans l'air, qui répondra aux nuages dont nous venons de parler : ce qui produira du vent. Mais au contraire pendant la nuit la masse d'air qui répondra à un nuage, & qui sera plus dense, se portera dans l'air qui l'avoisine, & qui est plus rare, mais qui le condensera par le froid qui viendra le saisir : ce qui produira un vent contraire à celui qu'on aura senti pendant le jour. On peut avancer, sans craindre de se tromper, qu'il y a encore quantité de causes qui nous sont inconnues, & qui produisent du vent.

§. MMDCXI. Nous connoissons qu'il souffle des vents contraires, lorsque nous voyons quelquefois les nuées se mouvoir selon des directions contraires : ces vents ne soufflent point pendant long-tems à la même hauteur ; car lorsque deux vents de cette espece se rencontrent, le plus fort maîtrise, pour l'ordinaire, le plus foible, & lui fait prendre une direction semblable à la sienne : mais on remarque quelquefois que les nuées sont agitées par des vents contraires à différentes hauteurs au-dessus de la surface de notre globe. Quoique ces vents subsistent plus long-tems que les premiers, ils ne sont point pour cela de longue durée : les causes de ces sortes de vents existent & se trouvent dans différentes hauteurs de l'atmosphere.

§. MMDCXII. On remarque que les vents sont plus véhémens & plus forts dans les endroits élevés que dans les endroits bas ; ce qui vient de ce que dans ces derniers endroits ils éprouvent des résistances continuelles, qui viennent des arbres, des maisons, des montagnes & de tous les corps qui sont à la surface de la terre ; obstacles qu'ils ne rencontrent point dans les endroits qui sont fort élevés, où l'air peut par conséquent se mouvoir librement d'un lieu dans un autre : c'est pour cette même raison que les vents sont plus forts sur la mer, sur un lac que sur le continent, ainsi que tous les Marins l'attestent unanimement.

§. MMDCXIII. Il y a certains vents qui ne parcourent que de très petits espaces dans l'atmosphere. On remarque un vent de cette espece dans la Province de Narbonne, vers une montagne que l'Auteur appelle *Malignonum* : ce vent ne passe point au-delà de la déclivité de cette montagne. Il y a un Bourg nommé Nihontium, dans le Bas-Dauphiné, auprès duquel on voit naître un certain vent, qui ne s'étend point au-delà d'un, de deux, ou de trois milles en largeur : ce vent est néanmoins véhément ; il souffle toujours avec même force, & il vient tous les jours de la partie boréale du ciel : il cesse cependant, pendant le printems & l'automne, vers les 4 heures du matin & sur le midi ; pendant l'été il regne depuis l'aurore jusqu'à huit heures du matin, & pendant l'hiver, depuis minuit jusqu'à 9 ou 10 heures (1).

§. MMDCIV. Un vent doux s'étend rarement fort loin ; mais un vent véhément, & qui dure pendant long-tems, parcourt une grande étendue du ciel. Les observations de *Maraldi* faites à Paris, ainsi que celles de *Derham* faites à Upminster, nous apprennent qu'il y a eu des vents qui ont parcouru l'Angleterre & la France (2).

(1) Gassend. in Phys. Lib. 2. §. 3. cap. 12.
(2) Hist. de l'Acad. Roy. ann. 1699.

Towneley & *Derham* nous apprennent que certains vents ont soufflé dans toute l'étendue de l'Angleterre (1). D'autres ont parcouru toute l'étendue de l'Angleterre, de l'Allemagne, de la Suisse, & peut-être encore d'autres régions, ainsi qu'on peut s'en convaincre, en comparant ensemble les observations de *Derham* & de *Scheuchser* (2) : néanmoins on a observé qu'un vent qui étoit très véhément dans un endroit, étoit plus doux dans d'autres endroits qu'il parcouroit.

Le quatorzieme jour de Janvier de l'année 1757, le ciel étoit très tranquille & très calme à Leyde, tandis qu'il y avoit un orage très violent sur la mer d'Irlande. Le 19 du même mois il y eut à Leyde un orage assez foible, mais il fut très violent dans le golfe de Lion, & il causa plusieurs naufrages. Le 20 du mois d'Avril de la même année 1757, il survint en France un grand orage qu'on remarqua à Paris, à Rouen, &c; ce même jour le ciel étoit calme à Leyde, & il n'y souffloit aucun vent.

§. MMDCXV. On remarque une grande différence dans la vîtesse des vents libres. Suivant les observations de M. *Mariotte*, ceux qui se meuvent avec assez de vîtesse pour déraciner des arbres & des forêts, parcourent 32 pieds, mesure de Paris, en une seconde : mais, selon des observations plus exactes, faites par *Lulofs*, il paroît qu'un vent violent & impétueux, & qui n'est point encore orageux, parcourt 52 pieds en une seconde. On voit, selon celles de *Derham* (3), que les vents les plus impétueux parcourent 66 pieds d'Angleterre en une seconde, & 45 milles d'Angleterre en une heure : mais ces vents étoient si véhémens & si furieux, qu'ils briserent une statue de pierre de 12 pieds de hauteur, 5 pieds de largeur sur 2 pieds d'épaisseur, & ils agirent avec tant de force, qu'ils renverserent des forêts entieres (4). On a vu quelquefois que des arbres renversés par des vents furieux, & jettés à droite, par exemple, étoient relevés par un vent contraire, & jettés ensuite à gauche (5) : c'est une observation faite dans les Isles Antilles par *Peyssonel*. On a vu des arbres battus par les vents au point d'être tout-à fait dépouillés de leurs feuilles, comme dans l'hiver, quoiqu'ils demeurassent verdoyans. *Kraaffi* observa à Petersbourg, le 24 Mars de l'année 1741, un vent qui étoit si rapide, qu'il parcouroit 109 $\frac{7}{10}$ de pieds en une seconde; il en observa un une autre fois qui parcouroit 123 pieds dans le même tems (6). La fureur des vents est quelquefois au-delà de toute imagination; car on en a vu qui élevoient en l'air des maisons entieres, & qui les transportoient, sans les briser, à 25 pas de distance. Le 8 du mois d'Août de l'année 1749, il fit en Silésie un vent si furieux, qu'il renversa 17 moulins : ce même jour le ciel étoit très calme à Leyde; on n'y sentoit aucun vent. *Bellarmin* rapporte qu'il a observé un vent fort impétueux, qui arracha une grande quantité de terre sur un terrein, qui l'éleva en l'air, & qui la jetta sur un Bourg voisin, qui en fut enseveli (7). En 1680 le vent fut si violent dans un endroit qu'on nomme Radzieiovicach, qui est à 5 milles de Varsovie, qu'il enleva une grosse

(1) Philosoph. Transact. n. 297. (2) Philosoph. Transact. n. 321. (3) Philosoph. Transact. n. 313. (4) Philosoph. Transact n. 114. (5) Philosoph. Transact. Vol. 49. Part. 2. p. 628. (6) Comment. Petropol. Vol. 13. p. 380. (7) De Adscensu mentis in Deum per Scal. Grad. 2.

tour d'une Eglise, & les cloches qui étoient dedans, & qu'il transporta le tout sur un édifice qui en étoit fort éloigné (1). Le 7 du mois de Juin de l'année 1680, on vit en France le ciel tout couvert de nuées noires rassemblées sous la forme de globes: il survint un tourbillon violent, accompagné de foudres & de grêle: ce tourbillon renversa des Bourgs entiers; il déracina des arbres, il fit tomber des Châteaux & des Eglises: il enleva dans un Bourg nommé *Bouchis* la tour de l'Eglise & les cloches qui y étoient, qu'il transporta à la distance de 100 pas. On vit une autre fois des moulins entiers enlevés jusqu'à leurs fondemens, & jettés au loin. *Ammian Marcellin* rapporte qu'auprès de la Ville d'Ana, située dans l'Asie, & qui est entourée par l'Euphrate, il survint un jour un vent si furieux & si fort, qu'il enleva les toits des maisons; il renversa des soldats, & en transporta d'autres à de grandes distances. Or ces violens effets, ces accidens dépendent, non-seulement de la vîtesse avec laquelle l'air mis en mouvement vient frapper les corps qu'il rencontre; mais ils dépendent encore de sa densité: c'est pour cela que l'air chargé de nuages, & proche la surface de la terre, où sa densité est la plus grande, doit produire de plus grands effets & de plus grands ravages qu'un air serein, rare, pur, & élevé. Outre cela les vents qui soufflent également, quoique véhémens, ne produisent point de si grands dommages que ceux qui soufflent par bouffées.

§. MMDCXVI. Les orages sont ordinairement accompagnés de chaleur, même en hiver, & de quelque côté du ciel qu'ils nous viennent; parceque la cause de ces vents est une effervescence produite dans l'air, & que l'effervescence est presque toujours accompagnée de chaleur: cet effet peut aussi venir de ce que les parties de l'air, étant mises dans un mouvement très rapide, frottent les unes contre les autres, se pressent, se brisent, pour ainsi dire; ce qui contribue à développer la matiere ignée, & à rassembler de la chaleur.

§ MMDCXVII. Les habitans des Antilles connoissent les approches des typhons, & les regardent comme très prochains lorsqu'ils voient le ciel parfaitement calme; car il s'éleve alors des vents qui viennent tantôt d'une contrée, tantôt d'une autre opposée, bien tôt encore d'une toute autre contrée: ces vents sont accompagnés de petites nuées qui sont poussées avec beaucoup de rapidité; les oiseaux de mer se réfugient dans le continent: bien-tôt après une nuée noire & épaisse couvre tout le ciel, l'obscurcit, & lance une pluie abondante.

Dans la mer du Japon, qui est exposée à de si fréquens tremblemens de terre, on voit tout-à-coup le ciel se couvrir d'une nuée épaisse, couleur de cuivre; la lumiere du soleil est alors si affoiblie, qu'on ne peut point distinguer les objets les plus voisins: bien-tôt après il sort de cette nuée un vent furieux

Ce tourbillon cesse lorsque la nuée est rompue, sur-tout par la foudre & le tonnerre, ainsi que par la pluie qui en tombe.

§. MMDCXVIII. J'ai observé, pendant l'espace de 29 ans, les orages qu'il y a eu à Utrecht & à Leyde, & j'en ai donné la description: ces orages

(1) Journ. des Sav. ann. 1680. p. 241.

regnent pendant tout le cours de l'année ; il y a cependant des années où ils ſont deux ou trois fois plus fréquens ; car en 1731 il n'y en eut qu'un : j'en obſervai 4 en 1732, 14 en 1736, 15 en 1737, 25 en 1751 : en prenant un terme moyen, on trouve qu'il y en a 30 par an ; car j'en ai compté 307 dans l'eſpace de 10 ans : & voici le réſultat de mes obſervations, qui indique combien il y en eut dans chaque mois de l'année pendant l'eſpace de tems ci-deſſus indiqué.

Janvier,	Février,	Mars,	Avril,	Mai,	Juin,	Juillet,
42	49	39	20	9	9	8

Août,	Septembre,	Octobre,	Novembre,	Décembre.
8	23	18	39	57.

Il ſuit de ces obſervations que les orages ſont plus rares à Leyde pendant les mois de Mai, Juin, Juillet, Août, & qu'ils ſont très fréquens en Décembre, Janvier & Février, & qu'ils ſont moyennement fréquens pendant les mois de Mars, Avril, Septembre, Octobre & Novembre.

§. MMDCXIX. Pour pouvoir déterminer la force du vent, voici l'expédient auquel on a eu recours. On a pris une eſpece de ſoufflet cylindrique A B C D (*Tab.* 63. *fig.* 10.), à la tablette inférieure duquel on a adapté un tube ouvert par ſes deux extrêmités : on a chargé de différens poids, tantôt plus grands, tantôt plus petits, la tablette ſupérieure. L'air du ſoufflet qui coule par le trou N, lorſque la tablette ſupérieure, cédant à l'effort de la compreſſion, deſcend, produit un vent qui eſt dirigé ſur l'extrêmité N du levier O N ; l'autre extrêmité du même levier eſt chargée d'un poids Q, qu'on peut auſſi varier à volonté : lorſque le vent qui ſort du tube ſouffle contre l'extrêmité N du levier, ce vent fait trebucher le levier. Or on demande quel doit être le poids Q pour qu'il y ait équilibre entre ce poids & l'effort du vent contre l'extrêmité N du levier ? Calcul fait, on trouve que le poids Q doit être au poids P, qui charge la tablette, comme la grandeur du trou N eſt à la grandeur de la tablette A D : car l'air compris dans toute la capacité du ſoufflet, eſt également preſſé par-tout ; par conſéquent la force de l'air qui répond au trou N, eſt à celle de toute la maſſe d'air qui agit contre la tablette B C, comme l'ouverture N eſt à la grandeur de la tablette B C ou A D.

§. MMDCXX. Si on remplit d'eau le ſoufflet A B C D, & qu'on obſerve le tems que cette eau emploie pour s'écouler par l'ouverture N, & qu'enſuite on rempliſſe d'air le même ſoufflet, on remarquera que ce dernier fluide s'écoulera 24 fois plus promptement : d'où il ſuit que l'air comprimé par un poids quelconque, ſe meut 24 fois plus vîte que l'eau preſſée par le même poids.

Cela poſé, la peſanteur ſpécifique de l'air étant à celle de l'eau dans le rapport de 1 à 606. En ſuppoſant que la vîteſſe de l'eau $= 1$, & celle de l'air $= x$, on aura l'effort de l'eau eſt à celui de l'air, comme le quarré de

leurs vîteſſes multiplié par leurs poids ; c'eſt-à-dire, comme $1 \times 1 \times 606 : xx \times 1$. Et en ſuppoſant ces efforts égaux, on aura $606 = xx$. En tirant donc la racine quarrée, on aura $x = 24,61$ .... d'où il ſuit que la vîteſſe de l'air eſt 24 fois, ou à très peu de choſe près, plus grande que celle de l'eau : ce rapport doit néanmoins différer ſuivant que la denſité de l'air deviendra plus grande ou plus petite.

§. MMDCXXI. Mais l'effort de l'air eſt comme le quarré de la vîteſſe avec laquelle il ſe meut ; car en ſuppoſant la vîteſſe de ce fluide $= 1$, & en ſuppoſant en même-tems que ce fluide agiſſe contre un obſtacle, il eſt conſtant qu'un certain nombre de molécules d'air ſe portent contre cet obſtacle dans un tems donné, leur action contre cet obſtacle ſera donc $= 1 \times 1$. Mais ſi on ſuppoſe que l'air ſe meuve une fois plus vîte, le nombre des molécules d'air qui agiront contre cet obſtacle dans un tems égal au premier, ſera double, & pourra être repréſenté par 2, ainſi que la vîteſſe avec laquelle elles ſe porteront contre cet obſtacle ; conſéquemment l'effort de l'air, dans ce ſecond cas, ſera $= 2 \times 2 = 4$; par conſéquent l'effort de l'air qui agit contre un obſtacle, eſt comme le quarré de ſa vîteſſe.

§. MMDCXXII. Lorſque l'air ſe meut 24 fois plus vîte que l'eau, il produit le même effet ; car lorſque l'eau coule avec une vîteſſe comme 1 par le trou N du ſoufflet, & qu'elle fait trébucher le levier N O, & qu'elle éleve le poids Q, l'air coulant avec une vîteſſe 24 fois plus grande par le même trou N, ne produit que le même effet. Par conſéquent l'effort du vent qui parcourt 24 pieds dans une ſeconde, eſt égale à l'effort d'une maſſe d'eau qui couleroit dans un tems égal, & qui ne parcourroit qu'un pied d'eſpace dans ce tems. Or le célebre M. *de la Hire* a trouvé que cet effort de l'eau étoit égal à la preſſion qui viendroit du poids d'un priſme d'eau, dont la baſe ſeroit égale à la ſurface preſſée par cette eau, & la hauteur égale à celle d'où un corps grave venant à tomber, acquerroit la même vîteſſe, qui doit être telle dans ce cas, qu'il puiſſe parcourir en une ſeconde la longueur d'un pied. Si on ſuppoſe que la vîteſſe de l'eau $= 1$, comme un corps grave, dans ſa chûte, parcourt 15 pieds dans la premiere ſeconde, & qu'en vertu de la force qu'il acquiert pendant ce tems, il peut parcourir 30 pieds, & que ſa vîteſſe, pendant ſa chûte, eſt comme la racine quarrée de la hauteur, on aura donc $30 : \sqrt{15\ \text{p.}} :: 1 : \sqrt{x}$, ou $900 : 15 :: 1 : x$. Donc $x = \frac{15}{900} = \frac{1}{60}$; or comme un pied cubique d'eau peſe 63 ℔, un obſtacle qui aura 1 pied en quarré, ſera preſſé avec une force $= \frac{63}{60}$ de ℔, $= 1$ ℔ $\frac{1}{20}$.

Par conſéquent ſi le vent ſe meut avec une vîteſſe propre à lui faire parcourir 24 pieds en une ſeconde, il preſſera un obſtacle d'un pied en quarré avec une force = ℔ $1 \frac{1}{20}$.

Par conſéquent ſi la vîteſſe du vent eſt telle qu'elle lui faſſe parcourir 32 pieds. La force avec laquelle le vent précédent agiſſoit contre l'obſtacle dont nous venons de parler, ſera à celle avec laquelle ce dernier vent agira contre le même obſtacle, comme $24 \times 24 : 32 \times 32 :: 576 : 1024$. Par conſéquent ſi 576 de force élevent un poids de ℔ $1 \frac{1}{20}$, 1024 éleveront un poids = ℔ $1 \frac{9984}{11520}$; c'eſt-à-dire, que le dernier vent dont nous venons de parler, n'agira point avec une force de 2 ℔ contre l'obſtacle d'un pied en quarré.

Si la vîteſſe du vent eſt telle qu'il parcourt *66* pieds en une ſeconde, l'effort de ce vent, comparé à celui du premier dont nous venons de parler, ſeront entr'eux : : 24 × 24 : *66* × *66* : : 576 : 4356 : : 1 : 7 $\frac{324}{576}$; & ſi la vîteſſe du vent eſt telle qu'il parcourt 123 pieds, ainſi que *Kraaffi* dit l'avoir obſervé, ce rapport deviendra égal à celui de 576 : 15129; c'eſt-à-dire, : : 1 : 26 $\frac{153}{576}$. L'effort de ce vent contre un obſtacle d'un pied en quarré, ſera donc = 27 $\frac{6569}{11520}$.

M. *Bouguer* a dreſſé une Table, qu'il a inſérée dans ſon Ouvrage intitulé, *Manœuvre des vaiſſeaux*, page 184, dans laquelle il a déterminé en poids la force d'un vent qui parcourroit depuis 1 juſqu'à 100 pieds en une ſeconde. Les nombres indiqués dans cette Table ne conviennent point avec ceux dont M. *de la Hire* s'eſt ſervi, & les forces du vent pour chaque vîteſſe ſont un peu plus petites : cette Table ne me paroît pas d'une grande utilité; parce-qu'il eſt aiſé de déterminer la force du vent lorſqu'on connoît ſa vîteſſe.

Suppoſons maintenant un arbre couvert de feuilles, qui ait 80 pieds de haut, & 50 de largeur dans la partie où ſe trouvent les feuilles; mais ſuppoſons que les branches de cet arbre ſoient élevées à 10 pieds au-deſſus de la ſurface de la terre : dans cette ſuppoſition, le plan contre lequel le vent agit = 70 × 50 = 3500 pieds quarrés : or comme le vent fait un effort = 27 ℔ contre un obſtacle d'un pied en quarré, l'effort du vent contre l'arbre que nous venons d'indiquer, ſera donc égal à 94500 ℔. Mais cet arbre repréſente un levier dont le point d'appui ſe trouve dans l'endroit où il ſort de la terre. Suppoſons que cet arbre ſoit arraché & non caſſé; dans cette ſuppoſition, toute la réſiſtance contre l'impétuoſité du vent doit ſe trouver dans les racines qui ſont implantées dans la terre, & dans le poids de la maſſe de terre qui les charge : mais il ne faut conſidérer ici que près de la moitié de ces racines; ſavoir, celles qui ſont tournées du côté d'où le vent vient : car il n'y a que ces racines qui ſoient, ou caſſées, ou arrachées, tandis que les autres demeurent en terre, quoique l'arbre ſoit tombé, ou elles ſe caſſent pendant la chûte de l'arbre. Il faut auſſi conſidérer toute l'action du vent appliquée au milieu de ſa partie rameuſe, comme ſur un centre de gravité; conſéquemment ce centre ſe trouve à 45 pieds au-deſſus de la ſurface du terrein : ce nombre multiplié par 94500 ℔, donne pour produit 4252500 ℔. Il faut conſidérer auſſi que les racines d'un tel arbre peuvent s'étendre circulairement en terre, à la diſtance de 15 pieds; par conſéquent ces racines occupent un eſpace de terre = 705 pieds : conſéquemment la moitié de ces racines en occupent un de 352 pieds en quarré. Mais toute cette partie ne réſiſte pas au vent : la réſiſtance des racines de la longueur de 15 pieds, qui agit contre le vent, doit être conſidérée comme l'autre bras de levier : ainſi ſuppoſons que toute la réſiſtance ſoit appliquée au milieu de cette étendue, & cherchons maintenant le poids qui peut contrebalancer cette réſiſtance; l'étendue de terre occupée par la moitié des racines, eſt, ſuivant le calcul précédent, de 352 pieds quarrés. Suppoſons qu'un pied cubique de terre peſe 70 ℔, & que ce poids ſoit appliqué aux racines, à la diſtance de 7 $\frac{1}{2}$ pieds; dans cette ſuppoſition, la charge ſera égale à 352 × 70 × 7 $\frac{1}{2}$ = 184800.

Mais un arbre porte ſes racines en terre juſqu'à la profondeur de *6* pieds; par conſéquent le poids de la terre doit produire une réſiſtance *6* fois plus grande,

grande, & conséquemment = 1108800 ℔. Mais cet effort est moindre que celui que nous avons trouvé ci-dessus, qui agit en sens contraire sur l'autre bras de levier, & qui est égal à 4252500 ℔; conséquemment la pression de la terre ne pourra point résister à l'impétuosité du vent, & l'arbre sera déraciné.

Ajoûtez encore à cela que lorsque l'arbre plie sous l'effort qui agit contre lui, & qu'il commence à tomber, le poids de l'arbre agit à l'extrêmité d'un certain levier, dont la longueur est égale à la moitié de sa hauteur : mais les arbres ne sont point déracinés tout d'un coup par un seul coup de vent; ils sont ébranlés de côté & d'autre, ils sont renversés, ils se relevent ensuite : & ces mouvemens se répétant plusieurs fois de suite, leur racine se détache de la terre; la terre se fend & s'ouvre en plusieurs endroits, se divise en plusieurs parties : le terrein étant donc rompu en parties, les petites fibres des racines étant pareillement rompues, l'arbre tombe enfin, & se trouve déraciné.

Il arrive quelquefois que des troncs d'arbres se trouvent rompus auprès de la surface de la terre où ils étoient plantés; ce qui arrive sur tout lorsqu'ils sont cariés intérieurement : sans cela il faut alors les considérer comme un levier courbé, dont l'un des bras est formé par le diametre de l'arbre, pris à l'endroit où se fait la fracture, & l'autre bras, par la distance du centre de la pression faite par le vent, au même endroit où se fait la fracture : le point d'appui de ce levier se trouve placé à une des extrêmités du diametre dont nous venons de parler.

Nous avons vu dans le Chapitre de la fermeté & de la cohésion des corps, que la solidité des verres dont nous faisons usage pour vitrer nos croisées, est plus considérable que la pression que ces vitres éprouvent de la part de ces vents furieux, qui viennent heurter contre : aussi voyons-nous que ces vitres résistent à cet effort sans se rompre; à la vérité l'effort de ces vents suffit pour déplacer les croisées elles-mêmes, & pour les pousser au-delà de leurs appuis; ce qui fait que les vitres cassent par la chûte des croisées; mais nous ne voyons pas qu'aucune vitre dont on fait usage aujourd'hui, se casse par l'effort d'un orage ou du vent le plus violent.

Comme plusieurs observations nous apprennent que le vent a souvent abattu des tours, examinons maintenant s'il a assez de force pour produire un tel effet. Supposons une tour élevée au-dessus d'une Eglise, à la hauteur de 150 pieds, dont chaque côté ait 30 pieds de largeur; que cette tour soit établie sur quatre colonnes de bois, placées à chacun des angles, & qu'elle ne soit bâtie qu'en bois seulement, comme la plûpart des tours le sont non-seulement en Hollande, mais dans presque tous les Pays, quoiqu'il y en ait quelques-unes qui soient bâties en pierres : cela posé, supposons que le vent porte contre un des côtés d'une de ces tours; la surface contre laquelle il agit égale donc $150 \times 30 = 4500$ pieds en quarré. Or, suivant le calcul indiqué ci-dessus, l'action du vent contre une surface d'un pied quarré, = 27 ℔; sa pression contre le côté d'une tour, dont nous venons de parler, sera donc = 121500 ℔ : mais cette tour doit être considérée comme un levier dont le centre du mouvement est placé aux deux extrêmités inférieures des deux colonnes opposées à la direction du vent; ce qui forme un levier

courbe, dont un des bras s'étend depuis le centre du mouvement, selon l'épaisseur de la tour, & est égale en longueur à l'une de ses faces; mais on doit considérer le milieu de ce levier comme le centre de gravité auquel se rapportent toutes les parties de la tour, ainsi que tous les corps graves compris dans son intérieur : l'autre bras de levier est toute la hauteur de la tour, sur le milieu de laquelle s'exerce toute la force que le vent déploie contre elle; par conséquent la longueur de ce levier = 75 pieds : l'action du vent contre la tour égale donc 121500 × 75 = 9112500 ℔.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à déterminer le poids de la tour, autant qu'il nous est possible de le faire, & d'en approcher.

Supposons donc qu'un pied cubique de bois pese 60 ℔.

Selon cette supposition, les quatre poutres qui forment les 4 colonnes placées aux quatre angles de la tour, ayant chacune 150 pieds de haut, & un pied d'écarrissage, peseront environ	36000 ℔
Les quatre traverses qui joignent latéralement les 4 colonnes étant chacune de 30 pieds de longueur; & en supposant qu'on en mette de semblables à 8 hauteurs différentes de cette tour, peseront environ	57600
Supposons qu'il y ait 8 poutres en croix pour joindre ensemble & maintenir les premieres; que chacune ait 30 pieds de longueur, & qu'il y ait 8 croix de cette espece, leur poids sera à peu-près	115200
Que le toit pese environ	20000
Que le plomb qu'on est obligé d'employer en certains endroits, pese environ	20000
Que les ferremens posés pour la solidité de l'édifice, pesent environ	50000
Que le poids des bois qui revêtissent extérieurement la tour soit d'environ	20000
Que le poids des cloches égale à-peu près	20000
Mettons outre cela pour les poids omis	100000
Le poids total sera d'environ . . .	438800
Si on multiplie ce nombre par 15, nombre qui exprime la distance au point d'appui, selon laquelle le fardeau appliqué au levier agit, le produit nous donnera le *momentum* ou environ . . . . =	15 2194000 438800 6582000 ℔

Mais l'effort du vent a été estimé ci-dessus = 9112500 ℔; ce qui surpasse de beaucoup la résistance de la tour : d'où il suit que le vent peut briser une tour & la renverser.

Il suit de ce que nous venons de dire, que moins les tours seront exactement couvertes, plus elles laisseront de passage aux vents, moins elles éprouveront d'effort de la part du vent : outre cela, plus les cloches qui y seront suspendues seront pesantes, plus les tours elles-mêmes seront pesantes, plus elles résisteront à l'effort du vent.

§. MMDCXXIII. De quelles manieres, ou de quels instrumens peut-on faire usage pour connoître la vîtesse & l'impétuosité des vents?

Les Physiciens ont imaginé différens instrumens pour cela, auxquels ils ont donné le nom d'anémometres. M. *Bouguer* en a décrit un dans son Livre intitulé, *Manœuvre des vaisseaux*, pag. 185.

§. MMDCXXIV. Il y a des vents dont le cours est si lent, qu'ils ne peuvent devancer un homme à cheval; d'autres ont une vîtesse médiocre, & ne parcourent que 10 milles d'Angleterre en une heure : ces sortes de vents ne causent jamais aucun dommage.

§. MMDCXXV. On remarque aussi quelquefois des tourbillons de vents qui forment comme une espece de colonne, ou une espece de tour qui paroît s'étendre depuis une nuée jusqu'à la surface de la terre : pour l'ordinaire ces tourbillons sont adhérens à une nuée noire & épaisse, avec laquelle ils se meuvent selon la même direction. Ces tourbillons sont formés d'une masse d'air mue circulairement avec une très grande vîtesse; ils sont sensibles à la vue; parceque l'air est alors ordinairement moins transparent, ou parcequ'ils sont presque tout-à-fait opaques, sur-tout vers le milieu : le mouvement rapide avec lequel ils tournent sur eux-mêmes, produit une espece de mugissement. Ils different beaucoup entr'eux par leur grosseur; car on en voit de petits qui n'ont que deux ou trois aulnes de largeur, d'autres qui en ont cent & davantage : ils different encore par la vîtesse qui les anime; car il y en a quelques-uns qui se meuvent avec tant de vîtesse, que dans l'espace de 6 à 7 secondes; ils se dérobent à notre vue : quelques-uns ne parcourent que de petits espaces; d'autres parcourent deux ou trois milles avant d'être tout-à-fait détruits. On donne le nom de vents secs à ceux qui ne sont point accompagnés de pluie : ces vents produisent de très grands effets; puisqu'ils renversent des maisons, ils enlevent des toits, ils déracinent des arbres, ils enlevent des corps légers, tels que des herbes, des feuilles, des morceaux de linge qui seroient couchés par terre, & ils les enlevent assez haut pour les dérober à notre vue : ils leur communiquent, en les enlevant, un mouvement de tourbillon; ils les poussent & les font heurter les uns contre les autres avec tant de force, que le choc se fait entendre par une espece d'éclat, ou de son, semblable à celui qu'on fait lorsqu'on mâche ou qu'on serre les dents, ou lorsqu'on flatte un cheval ou un chien. Les mouvemens qu'ils font prendre aux morceaux de linge, suffisent quelquefois pour les nouer; ils les déchirent lorsqu'ils les ont élevés : ils les transportent quelquefois à des distances presqu'aussi grandes que celles qu'ils parcourent : quelquefois après les avoir enlevés, secoués les uns contre les autres, ils les précipitent de haut en-bas; de sorte qu'on trouve sur presque toute l'étendue du terrein qu'ils ont parcouru, des débris des corps légers qu'ils ont enlevés.

Quelquefois ces vents surviennent lorsque le ciel est presque calme : ces phénomenes se remarquent le plus souvent pendant l'été, ou pendant l'automne, lorsque deux vents contraires ont soufflé, que l'un des deux a surmonté l'autre, & a converti une partie de ce dernier en tourbillon. Le célebre *Winkler* (1) nous a donné une description très élégante d'un de ces tourbillons qu'on observa à Tiffendorfe. *Manfredi* en a décrit un autre qui

(1) Winkler Dissert. de Turbine Tiffendorfii.

parut en Italie (1). J'en vis de ſemblables le 7 Avril 1752 auprès de Leyde. On en vit un en 1753 dans un Bourg nommé Bloemendaal. On en vit un autre le 17 Juillet de l'année 1754 à Harlem. Il en vint un du Nord de la Hollande le 30 Août de l'année 1761, qui renverſa un grand vaiſſeau à Saardam : ce tourbillon m'enveloppa à Warmonde, où je me promenois avec quelques-uns de mes amis, & je ne me reſſouviens pas d'avoir jamais ſenti un vent ſi violent, qui fût de ſi petite durée. *Clayton* nous apprend que ces phénomenes ſont très fréquens en Virginie (2)

§. MMDCXXVII. Il nous reſte encore plus de choſes à dire ſur les vents, que ce que nous avons dit juſqu'à préſent : il nous reſte auſſi à parler des phénomenes qui ſont propres à chaque Pays; car pluſieurs dépendent de la ſituation des mers, des lacs, des montagnes, des forêts, des fleuves, & de pluſieurs autres cauſes & circonſtances qu'il faut obſerver ſoigneuſement dans chaque Pays. Le célebre *Verulame* nous a appris, dans ſon Hiſtoire des Vents, une méthode excellente & inimitable, qu'il a miſe en uſage pour connoître les vents. Il faut auſſi conſulter les avis que le célebre *Kraafft* nous donne à cet égard (3), ainſi que les deſcriptions de pluſieurs vents de la mer Pacifique, qu'*Ulloa* nous a données (4).

§. MMDCXXVIII. Pour quelle raiſon un orage qui ſurvient en Hollande, par un vent d'Oueſt, ne ceſſe-t-il point que la direction du vent ne change, & que le vent ne devienne Nord-Oueſt ou Nord? Si le vent change promptement, & devient tout à coup Nord, l'orage change très promptement : & ſi cet orage même ſurvient par un vent de Nord-Oueſt, il n'eſt jamais de longue durée.

§. MMDCXXIX. Comme les vents nous procurent de très grands avantages, les anciens peuples, tels que les Perſes, les Phéniciens, les Grecs, les Romains, avoient coutume de faire des ſacrifices aux vents, & de leur bâtir des Temples : on peut conſulter *Voſſius* à ce ſujet (5).

1°. L'uſage des vents eſt d'empêcher l'air dans lequel nous vivons, & que nous infectons par les exhalaiſons qui s'échappent continuellement de notre corps, de demeurer en repos : ces vents le pouſſent, le chaſſent, en ramenent un autre plus pur & plus ſalubre qui vient prendre ſa place : car on remarque, en effet, qu'après un long calme, ſur-tout en été, il ſurvient des maladies contagieuſes, des fievres malignes, & quelquefois la peſte, ainſi qu'*Hippocrate* l'a remarqué (6), & pluſieurs autres Médecins après lui. Un air qui croupit n'eſt pas moins nuiſible aux plantes.

2°. Les vents temperent la trop grande chaleur du ſoleil, rafraîchiſſent l'air, qui eſt comme brûlé par ſes rayons; de ſorte que, ſans un tel ſecours, il y a des Pays qui ne ſeroient point habitables. On remarque cet effet dans les Indes Orientales, dans l'Afrique, dans l'Amérique, ſur certaines côtes,

(1) Comment. Bonon. Vol. 2. pag. 454.
(2) Philoſoph. Tranſact. n. 201.
(3) Comment. Petropol. Vol. 11.
(4) Voyage au Pérou, Tom. 2. Liv. 2. chap. 3.
(5) Theolog. Gentil. Lib. 3. Part. 1. cap. 1.
(6) Hippocrates, Lib. 3. Epidemicor.

dans des Isles qui sont situées entre les deux tropiques : les vents de terre qui y soufflent le soir, ceux de mer qui s'y font sentir dans la journée, rafraîchissent l'air, la terre, & les eaux, qui y sont violemment échauffés par l'ardeur du soleil du matin. Dans nos Pays mêmes quantité de moissonneurs périroient pendant l'été s'ils n'étoient rafraichis par le vent : car lorsque l'air est calme, & qu'il ne survient aucun vent, nous observons que la chaleur immodérée du jour est quelquefois mortelle (1). Le vent nous soulage donc d'une partie du poids de la chaleur qui regne pendant certains mois de l'année.

3°. Les vents transportent le chaud & le froid d'un Pays dans un autre; car pendant l'hiver, lorsque le vent de Nord qui vient du pôle septentrional, passe par-dessus la mer Glaciale pour se rendre dans la Nouvelle Zemble; il apporte sur les côtes septentrionales de la Russie un froid très piquant, propre à faire mourir les hommes & les animaux s'ils n'avoient soin de se mettre à l'abri & de s'en garantir, en se cachant dans des antres souterrains, pendant tout le tems qu'il souffle. *Middleton* a éprouvé un froid semblable dans l'Amérique septentrionale, ainsi qu'il nous l'a appris par la description qu'il nous en a donnée (2). Dans les Villes de la Chine, Quanton & Hyschen, les habitans sont obligés de porter des fourrures pour se garantir du froid piquant qu'ils y éprouvent : ces Villes sont cependant situées à l'extrêmité de la Zône Torride; mais ce froid est produit par les vents de Nord qui viennent des montagnes d'une Province nommée Kittay, qui sont éloignées de ces Villes à la distance de 20 à 30 milles. En général les vents de Nord sont non-seulement froids en Hollande, mais encore dans toute l'Europe; ils sont aussi froids dans l'Amérique septentrionale, s'ils ne le sont pas même davantage : c'est pour cela qu'à la Caroline le vent de Nord-Ouest y produit de fortes gelées, & y excite un froid très piquant.

Dans l'hémisphere méridionale de la terre, les vents de Sud qui viennent du pôle méridional, portent avec eux un froid assez piquant, lorsqu'ils ont passé par-dessus des glaces qui couvrent de grandes contrées, ainsi qu'on l'observe dans le Promontoire d'Afrique, qu'on appelle le Promontoire de Bonne Espérance. Les vents de Sud sont extrêmement froids dans la terre Magellanique : ils le sont aussi au Chili, qui ne seroit point habitable sans cela, comme l'observe très bien *Feuillée* (3). *Ulloa* (4) nous apprend que les vents de Sud-Est sont froids, sur-tout sur la côte occidentale du Royaume du Pérou. En un mot, tous les vents qui soufflent sur des endroits glacés, ou sur des contrées couvertes de neige, se refroidissent en chemin, & transportent de Pays en Pays le froid qu'ils acquerent.

Les vents de Sud sont chauds dans l'hémisphere boréale de la terre : & si ces vents y soufflent fréquemment pendant l'hiver, cette saison est alors assez douce : lorsqu'ils soufflent souvent pendant le printems, ils font fondre en peu de tems la neige qui couvre la cime des montagnes, la fonte de ces

(1) Derham Theolog. Physiq. Lib. 1. cap. 2.
(2) Philos. Trans. n. 465.
(3) Feuillée, Journal des Observations, Tom. 1. pag. 315.
(4) Ulloa, Voyage au Pérou, pag. 453.

neiges fait alors enfler les fleuves, & les fait souvent déborder : si ces vents surviennent fréquemment pendant l'été & pendant l'automne, ils font mûrir les moissons, les fruits & les raisins. Mais lorsque les vents de Sud ne soufflent point pendant l'été, les fruits ne mûrissent point bien, & leur odeur n'est point agréable. *Erndtel* a observé que les vents de Sud ayant peine à souffler pendant l'été dans la Pologne, par rapport au sommet du mont Crapak, les fruits des arbres, les pêches, les abricots, les melons, n'y croissent pas bien, & n'y ont point tant de saveur qu'en Allemagne (1). Les vents de Sud sont si chauds pendant les mois de Juin & de Juillet dans le Royaume d'Alger sur le bord de la Province Trémécen, qu'ils embrâsent l'air au point que les habitans sont obligés d'arroser le parquet de leurs appartemens (2). *Thevenot* rapporte que dans l'Egypte, entre l'Isthme Suez & Cairo, les vents sont si chauds, que plusieurs voyageurs en sont suffoqués en chemin. Dans le golfe Persique, auprès d'une Ville nommée Gamron, dans le tems de la canicule, le vent qui souffle vers le Midi chez les habitans de Baadi Samuur, est aussi chaud que s'il sortoit de l'enfer; la chaleur qu'il porte avec lui est si grande, que les animaux qui se trouvent alors dans les champs en sont suffoqués : les habitans ne savent cependant encore si on doit rapporter cet effet à la malignité, ou à l'ardeur du terrein (3). *Plaisted* & *Eliot*, voyageant ensemble dans l'Arabie Déserte, depuis Balsora jusqu'à Alep, furent saisis par un vent d'Ouest aussi ardent que s'il fût sorti d'une fournaise; l'ardeur de ce vent est telle, qu'il suffoque les voyageurs qui le reçoivent sur le visage : les Arabes s'en garantissent en se couvrant la bouche & les narrines, & en mettant de petites bandelettes sur les yeux (4). Sur la côte de Coromandel, à Négapaton, Petapoli, Masulipatan, on éprouve pendant l'été des vents très chauds, qui sont mortels pour les hommes : ces vents sont fort véhémens; & plus ils sont vehémens, plus ils sont chauds & de courte durée.

4°. Les vents secs, tels que les vents d'Est & de Nord-Est en Hollande, qui ont traversé des déserts & des endroits sablonneux, ne sont que peu chargés d'exhalaisons & de vapeurs; ils dessechent tout ce qui est humide, en emportant avec eux les parties aqueuses qu'ils rencontrent sur leur passage, & sont par ce moyen fort utiles à la société dans plusieurs occasions : car on éprouve que les rayons du soleil, ou le feu terrestre, n'emporteroient que lentement l'humidité des corps, que ces sortes de vents dessechent très promptement. Il y a aussi des vents qui sont humides; tels sont les vents d'Ouest & de Sud-Ouest qui nous parviennent après avoir traversé l'Océan & des marais : ces vents se sont chargés en chemin de quantité de vapeurs : ils ont aussi leur utilité; ils arrosent insensiblement les corps qui sont desséchés : les vapeurs qu'ils apportent pénetrent dans les pores des corps; elles s'insinuent dans les plantes, & elles leur procurent de la nourriture.

5°. Les nuages, & sur-tout ceux qui s'élevent de la mer, sont transportés

(1) Warsavia Illustrata. Cap. 2.
(2) Thom. Saw Travels on Barbarye, pag. 218.
(3) Kaempfer Amœnit. exotic. pag. 72.
(4) Journal des Savans, ann. 1759. Avril, pag. 335.

à l'aide des vents, par toute la terre, afin qu'ils puiſſent répandre par-tout une pluie qui humecte la terre, & faſſe végéter les plantes qu'elle recele dans ſon ſein. Les vents arrêtent auſſi & moderent les trop grandes pluies ; car tantôt ils apportent des nuages, tantôt ils les pouſſent devant eux ; ce qui fait que la pluie qu'ils lancent peut ſe diſtribuer dans toute l'étendue de notre globe. Les vents tranſportent encore dans différentes contrées les exhalaiſons qui s'élevent de la terre ; ce qui contribue à purifier l'air, & par ce moyen même il ſe trouve que les différens principes qui ſont néceſſaires à la végétation des plantes, ne ſéjournent point dans un ſeul endroit ; mais qu'ils ſont diſperſés par les vents, & qu'ils deviennent communs à pluſieurs endroits.

6°. L'Auteur de la Nature a encore rendu un ſervice particulier à l'homme dans la production des vents : c'eſt un moyen propre à reculer les bornes de ſon ignorance. En effet, l'homme eût croupi dans l'ignorance, & n'eût jamais acquis beaucoup d'expérience s'il ne fût jamais ſorti de ſon Pays. Dieu a donc créé les vents afin qu'il pût, par leur moyen, ſe tranſporter dans les Pays lointains, afin qu'il pût profiter des productions maritimes, & de tout ce qui peut contribuer à ſon bien-être ; afin qu'il pût jouir des productions utiles & agréables des Pays les plus éloignés ; en un mot afin que tout fût commun à l'homme : c'eſt par ce ſage moyen que les hommes entrent en commerce & en ſociété les uns avec les autres dans quelque région éloignée qu'ils puiſſent habiter ; moyen qui décele en même-tems la puiſſance, la ſageſſe & la munificence du Créateur.

7°. Les vents mettent en mouvement les eaux de l'Océan, celles des lacs, des étangs, des rivieres, pour empêcher que ces eaux ne ſe corrompent en croupiſſant. On remarque, en effet, que lorſqu'un calme regne trop long-tems ſur une certaine partie de l'Océan, ou d'un lac ; alors ces eaux ſe pourriſſent, répandent une mauvaiſe odeur, & portent dans l'atmoſphere des exhalaiſons dangereuſes, qui produiſent des maladies très ſouvent malignes ; ce qui vient du ſéjour des différens corps étrangers tirés du regne végétal, animal ou minéral, qui ſe trouvent dans ces eaux : or ces maladies ceſſent d'elles-mêmes lorſque le vent vient à agiter ces eaux, & à emporter la mauvaiſe odeur qu'elles exhalent.

8°. Nous produiſons du vent, par le moyen des ſoufflets, pour augmenter l'action du feu, pour enfler & faire réſonner des inſtrumens à vent. L'avantage que nous retirons de nos forges, ne vient que de l'activité que nous donnons au feu, par le moyen du vent que les ſoufflets dirigent deſſus. On ſe ſert encore du vent que produiſent ces ſortes d'inſtrumens, conſtruits ſelon l'invention du célebre *Halles*, pour purifier l'air des vaiſſeaux, qui eſt infecté par la tranſpiration animale, par les exhalaiſons des marchandiſes, des proviſions qu'on y renferme, & par la fumée de la poudre à canon qu'on y enflamme ; & c'eſt par un tel procédé qu'on entretient la ſanté & la force des Matelots & des autres hommes.

9°. On emprunte le ſecours du vent pour faire mouvoir pluſieurs machines ; il met en mouvement les aîles des moulins, dont on ſe ſert pour épuiſer l'eau des marais & des terres inondées, afin de deſſécher ces terres, & de les rendre propres par-là à porter du grain ou d'autres fruits : c'eſt à l'aide

de ces ſortes de moulins que nous parvenons à ſcier de gros arbres pour en faire des ſolives, des poutres; ils nous ſervent encore à ſcier des feuillets de marbre : nous les employons favorablement pour réduire en poudre les bois colorés dont on fait uſage dans les teintures : nous nous en ſervons pour applatir de groſſes maſſes de plomb, afin de les réduire en poudre pour faire par le mêlange de ce métal avec une certaine terre, un vernis propre à enduire des vaſes de terre. Ces moulins ſervent encore à fouler des draps, à les nettoyer & à leur donner de la fermeté. Ce ſont de ces ſortes de moulins dont nous faiſons uſage pour moudre du grain & pour le réduire en farine. Nous tirons encore, par le ſecours de ces moulins, des huiles de différentes ſemences : c'eſt par leur trituration que nous faiſons l'huile de lin, de raves, &c. Nous nous ſervons de leur miniſtere pour faire du papier avec de vieux linges : c'eſt encore à l'aide de ces moulins qu'on réduit en poudre le tuf dont les maçons font uſage. Nous nous ſervons encore des moulins à vent pour quantité d'autres ouvrages; ce qui épargne aux hommes de longs & pénibles travaux, & des dépenſes beaucoup plus conſidérables.

Mais quel eſt celui qui pourroit entrer dans le détail de tous les avantages que nous retirons des vents? En nous bornant même à ceux que nous connoiſſons, nous deviendrions prolixes, & nous paſſerions les bornes que nous nous ſommes preſcrites dans cet Ouvrage.

Fin du troiſieme & dernier Volume.

TABLE

TABLE DES MATIERES.

Le nombre désigne le paragraphe.

A

ACTION égale à la réaction, 270.
Adhérence, sa loi 1034.
Aimant, ses pôles, 950, 954, 963.
Il attire plusieurs autres corps, outre le fer, 960, 961.
Il communique la même vertu au fer, 962.
Armé, 992.
Artificiel, 994.
Ses loix d'attraction, 955, 960, 987, 988.
De quelle maniere il communique sa vertu au fer, 974, 986.
Propriétes qui lui sont communes avec l'électricité, 996, 998.
Sa vertu dépend d'une cause universelle, 994.
Sa déclinaison, 964. Voyez *Boussole*.
Air, en quel tems il est plus chaud ou plus froid pendant le jour, 557, 558.
Quelles sont les parties qui entrent dans sa composition, 2048, 2054.
Il conserve le feu, 2049.
Il est la cause de la vie animale, 2050, 2067, 2068.
Il est élastique, 2051, 2101, 2103.
Il ne peut être produit par l'eau, 2055.
Il est fluide, 2056, 2057.
Il est pesant, 2058, 2059.
Il presse également en tous sens, 2065.
Ses volumes sont en raison inverse des densités, 2104, 2107.
Jusqu'à quel point on peut le comprimer, 2108.
Ses parties se repoussent en raison réciproque de leurs distances, 2115.
La chaleur augmente son intensité, 2157, 2159.
Jusqu'à quel point le feu le raréfie, 2160.
Peut-il être privé de son ressort, 2161.
Jusqu'à quel point peut-il s'étendre à raison de son ressort, 2163.
Il pénetre les corps, 2164.
De quelle maniere on le retire de certains fluides, 2165.
Jusqu'à quel point il peut être raréfié pour être encore propre à l'entretien de la vie animale, pendant un certain tems, 2169.
Il n'est point nuisible aux animaux, quoiqu'il soit condensé, 2170.

Air, il concourt à la végétation des plantes, 2171.
Plusieurs corps attirent l'humidité de l'air, 2172.
Il est plus raréfié dans la partie qui répond à l'équateur, 2174, 2176.
Sa densité varie auprès de la surface de la terre, 2177, 2184.
Analogie, on ne doit s'en servir qu'avec beaucoup de circonspection dans dans ses raisonnemens, 38.
Animaux, leurs différentes especes, 24, 25.
Quels sont les avantages qu'on en peut tirer pour mouvoir des machines, 544, 548, 560, 562.
Arc-en-ciel, comment il se forme, 2416, 2420.
Pourquoi il paroît tantôt plus grand, tantôt plus petit, 2421, 2430.
En quelles circonstances il est visible, 2431, 2432.
De la seconde espece : en quelles circonstances il paroît, 2434, 2436.
Lunaire, 2440, 2441.
On explique sa formation à l'aide d'une machine, 2443.
Quelques especes particulieres, 2444, 2445.
Atmosphere, 2046, 2047.
Avec quelle force elle presse les corps, 2060, 2076.
Deux hémispheres, dont on a retiré l'air, 2061, 2063.
La surface de la terre, 2064.
Sa hauteur, 2185, 2186.
Plus elle est dense, plus elle est propre à recevoir des vapeurs, 2307.
On la distingue en plusieurs régions, 2311, 2313.
Atomes, 66, 69.
Attraction des corps, 1000.
Elle ne dépend point d'une cause qui pousse extérieurement, 1002.
Elle est universelle, 1005, 1009.
Elle agit sur tous les corps qui sont à une certaine distance les uns des autres, 1010, 1011.
Elle differe de la gravité, 1012, 1013.
De quelle maniere elle agit à raison des distances, 1016.
De quelle maniere elle agit dans les fluides, 1017, 1020.
Elle est la même dans le vuide que dans l'air, 1021.
Comment elle forme des coagulations, 1022.
Comment elle produit des crystallisations, 1023, 1029.
Des effervescences, 1031.
Quoique l'air soit très léger, & qu'il devroit surnager, presque tous les fluides le maîtrisent & l'attirent, 1030.
Ceux ci sont attirés par les solides, 1035, 1041.
Un corps léger est attiré par le fluide dans lequel il nage, 1038.
Une goutte d'eau, une goutte de mercure sont attirées par deux surfaces de glace entre lesquelles elles sont placées, 1062, 1065.
On trouve des preuves sensibles de l'attraction dans les végétations des sels, 1066.

Attraction, on trouve des preuves sensibles de l'attraction dans les dissolutions des corps, 1067.
On en trouve encore dans les précipitations chymiques, 1073.
Aurore boréale brillante, 2489.
En quel tems elle fut observée, 2489.
Sous quelle forme elle se présente, 2490, 2492.
Combien elle dure de tems, 2496, 2497.
Elle existe dans l'atmosphere, 2501.
A quelle hauteur elle est, 2502.
Quelle est sa matiere, 2503, 2504.
Axe optique, 1873.

B

BALANCE, 383, 384.
Maniere de la construire, 396.
Ce que c'est qu'une balance trompeuse, 403, 404.
Romaine, 397.
Cas où les poids sont en équilibre entr'eux, 399.
Composée, 489.
Son axe soutient seulement le poids absolu des corps, 401.
De différentes especes, 402.
Trouver son poids, 408.
Balistique, Art, 706, 714.
Barometre, 2066.
De *Hook*, 2079.
De *Hughens*, 2080.
Corrigé par *de la Hire*, 2081.
De *Amontons*, 2082.
De *Bernouilly*, 2083.
De *Fareinheit*, 2084.
Simple est le meilleur de tous, 2085.
Lorsqu'il est muni d'une division propre à mesurer la centieme partie d'un pouce, 2087.
Voyez le mot *Mercure*.
Billard, fondement des regles de ce jeu, 814, 817.
Bolides, globe de feu, 2511.
Il se détruit souvent sans détonner, 2513.
Quelle est la matiere qui entre dans sa composition, 2514.
Boussole, son aiguille de différentes especes, 965, 973.
Brouillards, comment ils se forment, 2316, 2338.
Ils s'engendrent lorsque le ciel est serein, 2319.
Combien de fois on en a observé à Leyde dans l'espace de 29 ans, 2319.
Présagent-ils sûrement certains changemens de tems, 2320, 2328.

C

Castor & Pollux, 2506.
Catoptrique, 1966.

Cendres, 1544.
Elles sont composées de terre & de sel, 1545.
Centre de gravité, 373.
Sa direction est perpendiculaire, 374.
Maniere de le déterminer, 377, 380.
Maniere de trouver celui d'un système de corps, 409.
Petite figure Chinoise, 508.
Du mouvement, 381.
D'oscillation, 670.
De pression d'un fluide sur un plan. Voyez *Fluides.*
Cercle, les cordes d'un même cercle sont parcourues dans le même tems par un corps grave qui se meut librement selon leurs directions, 619, 624.
Cerf-volant, son mouvement, 573.
Chaleur, quels sont les différens degrés de chaleur nécessaires pour fondre les graisses, les fossiles, & les végétaux, 1535.
Quelles sont les loix selon lesquelles la chaleur se communique, 1597, 1601.
Chambre obscure portative, 2033, 2034.
Antérieure & postérieure de l'œil, 1864.
Chaux : voyez *Cendres.*
Chevre, 453.
Dansante, 2493, 2497.
Cohérence des corps, 1090.
Elle ne dépend point de la pression d'un fluide ambiant, 1098.
Absolue, 1113.
Respective : voyez *Fermeté.*
Coin simple, 460.
Double, 461, 465.
Propre à fendre du bois, 465, 466.
Congellations, leurs phénomenes, 1489, 1490.
Cause de la congellation de l'eau, 1509, 1520.
Connoissances, on les distingue en trois especes, 30.
Cordes, leur roideur, 530, 533.
Cornée : voyez *Œil.*
Corps, 15.
Dur, 749, 751.
Fragiles, 752.
Fissiles, 753.
Mous, 754, 756.
Ductiles, 757.
Flexibles, 758.
Visqueux, 759.
Elastiques : voyez *Elasticité.*
Atmosphériques, 23.
Leurs attributs communs, 42, 45.
Leurs propriétés, 47.

Corps homogenes, 103.
Les grands sont hétérogenes, 104.
D'où proviennent leurs différences, 105.
Y a-t-il des caracteres qui les distinguent les uns des autres, 107, 108.
D'où dépendent les qualités de ceux qui sont composés, 109, 111.
Fixes & volatils, 1635.
Couleurs, il y a une harmonie admirable entre les couleurs & les tons, 1806, 1807.
Existe-t-il réellement une couleur noire, 1824.
Anneaux colorés dans les boules de savon, 1836. Voyez *Lentilles*.
Entre des lames planes de glace, & pour quelle raison, 1837, 1841.
Elles n'appartiennent pas, à proprement parler, aux teintures, 1843.
Produites par le mêlange de liqueurs non colorées, avec d'autres liqueurs colorés, 1843.
Changées & rétablies, 1845.
D'où dépend leur variété, 1849, 1850.
Accidentelles, 1924.
Courbe, un corps mû dans une courbe, autour d'un centre, parcourt des espaces proportionnels aux tems, 718, 719.
Crépuscule, 2481.
Cric, 497.
Cryſtallin, partie de l'œil, 1872, 1876.
Il s'approche & il s'éloigne de la rétine, & sa figure varie, 1881, 1887.
Cycloïde, description de cette courbe, 650.
Ses grands & ses petits arcs sont parcourus en même-tems, 654.

D

DENSITÉ des corps, 88.
Divisibilité mathématique, 67.
Réelle, 59.
Ses bornes ne sont point connues, 60, 66.
Division des corps portée à un point étonnant, 72.
Comment elle augmente la surface des corps, 73, 77.

E

EAU, de quelle maniere elle s'éleve dans les plantes, 1060.
Son utilité, 1419.
Quelle est sa nature, 1420.
Ses différentes especes, 1421.
Celle de fontaine tire son origine de la pluie, 1422, 1424.
Contient différentes substances avec lesquelles elle s'allie, 1729.
Produit différens effets, suivant les différentes substances dont elle est chargée, 1430, 1433.

Eau, la naturelle eſt rarement pure, peut-être ne l'eſt-elle jamais, 1428.
Celle de puits qui coule à travers du ſable & des cailloux, eſt fort pure, 1434.
Celle de marais eſt impure, 1435.
Celle de la mer contient différentes ſubſtances, 1436.
Sa peſanteur ſpécifique & ſa ſalure varient, 1437.
Différentes manieres de la purifier, 1438, 1442.
Comment on s'aſſure de la pureté de l'eau, 1443.
Celle qui eſt pure n'eſt point ſuſceptible d'être condenſée, 1445, 1447.
Sa peſanteur ſpécifique eſt différente en hiver & en été, 1449.
Elle eſt poreuſe, 1450.
Quelles ſont ſes particules, 1452, 1453.
Phénomenes de l'eau bouillante, 1455, 1457.
Elle s'évapore d'autant plus promptement, qu'elle a été plus vivement échauffée depuis le froid de la glace, 1458.
Elle a acquis toute la chaleur qu'elle peut acquérir lorſqu'elle bout 1473.
Chaude ou froide; elle eſt également fluide, 1476.
Elle recele de l'air entre ſes parties, 1477.
De quelle maniere elle abſorbe l'air, 1478, 1481.
Elle diſſout les ſels, 1482.
Elle pénetre les pores des corps, 1483, 1484.
Elle gonfle les végétaux, & elle contracte les cordes, 1485.
Elle éteint le feu, 1486.
Elle ſe convertit en terre, 1487, 1488.
Elle ſe gele plus promptement lorſqu'elle eſt privée d'air, 1498.
Elle ſe gele de différentes manieres, 1501, 1502.
Son état naturel n'eſt point d'être glacée, 1504, 1505.
Ebene, ce bois réſiſte puiſſamment à l'action de la chaleur, & en eſt très peu affecté, 677.
Eclair, 1518.
Sa matiere, 1520.
Elaſticité parfaite, imparfaite, 761, 762.
Elle convient à preſque tous les corps, 763.
Elle augmente dans les corps à proportion qu'ils deviennent plus froids, 765.
Elle ne dépend point de l'*éther*, 766, 769. Voyez *Percuſſion*.
Electricité, 820.
Conſiſte en des écoulemens ſubtils, 830, 832.
Ces écoulemens forment une matiere tout-à-la-fois affluente & effluente, 873.
La matiere affluente eſt en équilibre avec la matiere effluente, 874.
Quels ſont les corps autour deſquels ces écoulemens forment des aigrettes, 923, 930.
Corps électriques par eux-mêmes, 823, 824.
Non électriques, 825.

Electricité, corps sympériélectriques, 836.
Moyens d'augmenter la vertu de ces derniers, 918.
Elle s'étend autour de tous les corps, 833.
Quels sont les corps autour desquels elle s'étend plus aisément, 839, 843.
Elle s'y répand plus ou moins abondamment, 878.
Elle subsiste long-tems dans les endroits très secs, 851.
Elle est très forte lorsque l'air est serein, 853.
Quels sont les corps qui la rassemblent & qui la retiennent plus abondamment, 855, 859.
Elle se propage très rapidement le long des fils métalliques & des cordes, 860, 862, 870.
Elle parcourt ces fils en tous sens, & elle forme une atmosphere autour d'eux, 864.
Quels sont les corps autour desquels elle se porte, 866.
Le feu l'enleve & en dépouille le corps électrique, 866.
Quels sont les corps d'où elle s'échappe, 873.
Elle emporte avec elle les corps qu'elle rencontre, 876.
Un corps idioélectrique attire différemment les corps légers qu'on lui présente, 882.
Vitrée, résineuse, positive, négative, 888.
Y en a-t il plusieurs especes, 889.
De la tourmaline, 889, 900.
De la torpille, 901, 909.
Elle n'est pas toujours également abondante dans l'air qui est auprès de la surface de la terre, 913, 916.
Les exhalaisons & les vapeurs la détruisent, 917.
Elle ne peut être pesée à la balance, 919.
Effet quelle produit lorsqu'on la conduit dans une fiole en partie remplie d'eau, 932, 935.
Ses effets sur une chaîne formée de plusieurs personnes, 936.
Elle embrâse différens corps, 938.
Elle differe du feu ordinaire, 941.
De la lumiere du soleil, 942.
Quel est son caractere, 943.
Sa vertu médicale, 945.
Ellypse, mouvement dans cette courbe, 742.
Encres sympathiques, 1848.
Espace, 107.
Comment on s'en forme l'idée, 143, 147.
Vuide, 148.
Ses propriétés, 125.
On démontre son existence, 158, 168.
Essence des corps, 132.
Elle ne consiste point dans l'étendue, 133, 1335.
Etendue, 49, 51.
Elle est continue, 52.

Etendue, elle n'eſt pas ſimple, ni toujours ſemblable, 56.
Etoile tombante, 2505.
Evaporation, 1540.
Elle ſe fait ſucceſſivement, 1459.
Elle provient d'un mouvement de rotation des gouttes, 1463.
Celle des fleuves n'eſt pas abondante, 1465.
Exhalaiſons qui s'élevent du ſein de la terre, 2285, 2287.
Suffiſent-elles pour former des météores? 2293, 2296.
Exhydrie, rupture de nuages, 2385, 2386.

F

Feu, il dilate les foſſiles, 1527, 1531.
Quelles ſont les loix que les corps ſuivent dans la dilatation qu'il occaſionne, 1532.
De quelle maniere il affecte les animaux & les végétaux, 1548, 1551.
Quels ſont les fluides qu'il échauffe le plus promptement, 1559, 1563.
Il augmente le poids des corps, 1578, 1586.
Il ſe répand également, 1602, 1603.
Il n'eſt pas également diſtribué dans les régions ſupérieures de l'air, 1609.
Quels ſont les corps qui s'en privent le plus aiſément, 1610, 1611.
Qui le retiennent le plus opiniâtrement, 1614, 1615.
On le développe, on l'excite par le frottement des corps, 1616, 1620.
Il a beſoin d'un aliment terreſtre, 1643.
Il ne peut ſe conſerver qu'autant que l'air peut librement l'envelopper, 1655, 1659.
Ses parties ſont ſolides, élaſtiques, 1587, 1591.
Les corps qui en ſont abondamment imbibés deviennent lumineux, 1593, 1595.
Quelques uns le retiennent, d'autres le repouſſent, 1596.
Il échauffe fortement les corps noirs, 1621, 1622.
Ceux qui ſe pourriſſent s'échauffent & fermentent, 1640.
Différens problêmes ſur le feu, 1664.
Souterrain : on en prouve l'exiſtence, 2299.
Cauſes de l'élévation des vapeurs, 2297, 2299.
Feux-folets, 2507.
Incendiaires, 2508.
Folet lambens, 2509, 2510. Voyez *Chaleur*.
Flamme, 1645.
Elle eſt entourée d'une atmoſphere, 1646.
Elle s'éleve en-haut, 1647.
Elle prend une figure conique, 1648.
Elle varie ſuivant la nature des corps qui s'enflamment, 1651, 1652.
Elle s'allonge lorſqu'elle eſt entourée d'une autre flamme, 1653.
Fluides, 1220.
Leurs parties ſe réſolvent en d'autres plus petites, & de différens ordres, 1227, 1228.

Fluides, Ils se convertissent en solides, 1230.
Ils ne sont pas tous également fluides, 1235.
Leur nature consiste-t-elle en un mouvement continuel? 1238.
Ce que c'est qu'une colonne de fluide, 1251.
Une particule de fluide est également pressée en tous sens, 1259.
Ils pressent en raison composée de leur base & de leur hauteur perpendiculaire, 1244, 1256.
Ils pressent latéralement, 1257.
Le côté d'un cube est une fois moins pressé par le fluide qu'il contient, que son fond, 1260, 1264.
Avec quelle force ils pressent les côtés d'un prisme, 1266.
Les parois d'un cylindre, 1268, 1272.
Leur centre de pression, 1273.
Leur surface est parallele à celle de la terre, 1276.
Leur pression dans un vase conique, 1279, 1282.
De bas en haut, 1283, 1284.
Tems de leur écoulement dans un vase cylindrique, 1297, 1302.
Leur écoulement démontré par l'expérience, 1302, 1303.
Par un canal conique, 1321. Voyez *Lumiere*.
Fontaine de *Sturmius*, 2114.
Fontaines, elles doivent leur origine à la pluie, 1378.
Elles présentent différens phénomenes à examiner, 1378.
Intermittentes, réciproques, 2379.
Leurs eaux produisent différens effets à raison des substances étrangeres qui s'y trouvent, 2430, 2433.
Force, quelle espece d'être, 202.
Vive, morte, 272.
Elle est en raison doublée des vîtesses, 290, 296.
Centrifuge, 715.
Comment la détermine-t-on, 721, 735.
Foudre, *Tonnerre* de trois especes, 2522.
Le soufre est-il la cause de celle qu'on appelle de la premiere espece, 2524.
En quels endroits la foudre & le tonnerre se font observer, 2525.
Celle de la seconde espece a quelques rapports avec le phénomene que nous nommons *bolides* ou globe de feu, 2526.
Observations, 2527.
Troisieme espece, 2528, 2530.
Elle tue les animaux, 2534.
Quels sont les lieux qu'elle frappe plus aisément, 2536.
Elle fait tomber les métaux en fusion, 2537.
Y a-t-il des moyens propres à la détourner, 2538, 2539, 2543.
On l'entend gronder lorsque le ciel est serein, 2531.
Il y a des endroits où on l'entend très fréquemment, & d'autres où on ne l'entend que très rarement, 2532, 2533.
Pourquoi certains fluides entrent-ils en fermentation lorsqu'il tonne? 2541.

Foudre, quels ſont ſes uſages, 2545.
Foyer, 1747.
D'un miroir brûlant, 1629, 1630.
Imaginaire, 1748.
Des rayons qui traverſent un milieu ſphérique, 1757, 1769.
Qui tombent parallelement ſur une ſurface ſphérique, 1775.
Parallelement à l'axe d'une lentille convexe, 1782.
Parallelement à l'axe d'une lentille convexe, ou concave des deux côtés, 1784.
Parallelement à l'axe d'un meniſque, 1785.
Parallelement à l'axe des lentilles dont les diametres ſont égaux, 1786.
Parallelement à l'axe des miroirs ſphériques, 1998, 2006.
Parallelement à l'axe des miroirs concaves, 2007, 2008.
Frottement, il naît de l'aſpérité des ſurfaces, 511, 512.
Celui qui naît entre les ſurfaces frottantes des bois, ne ſuit pas une raiſon conſtante, 513, 516.
Il en eſt de même de celui qui ſe trouve entre des ſurfaces métalliques, 518, 519.
Augmente-t-il lorſque les ſurfaces frottantes augmentent, 521.
Il ne ſuit pas exactement le rapport de la vîteſſe, 523.
Selon quel rapport diminue-t-il ? 524, 527.
Maniere de le ſupputer, 528.
Fumée, 1644.
Fuſée, figure de la fuſée conoïdale d'une montre, 447.
Fuſil à vent, 2111, 2112.
Fuſion, 1534.
Elle s'opere difficilement dans certains corps, 1536.
Du fer, 1537.

G

GENERATION des corps, 112, 113.
Givre, ſon origine, 2387, 2389.
Il eſt ſouvent nuiſible, 2390.
Glace, 1491.
Obſervée au microſcope, 1492.
Elle eſt ſpécifiquement moins peſante que l'eau, 1493.
Elle augmente de volume, 1494.
Elle eſt plus ou moins denſe, 1495.
Elle eſt élaſtique, 1496.
Elle s'évapore, 1497.
Elle eſt plus ou moins froide, 1501, 1504.
Quelles ſont les cauſes qui la font fondre, 1521, 1522. Voyez le mot *Congélations*.

Glace, montagnes de glace, 1503, 1523.
Son utilité, 1523.
Gravité, 315.
Les graves, grands ou petits, abandonnés à eux-mêmes, & à la même hauteur dans le vuide, tombent avec la même vîtesse, 319.
Ce n'est pas la même chose dans l'air, 323.
Elle est universelle, 317, 364.
Elle n'est pas la même dans tous les endroits de la terre, 333.
Elle est constamment la même dans quelqu'endroit de son orbite où se trouve la terre, 335.
Elle dirige toujours les corps vers un même point, 335.
Elle est en raison réciproque des quarrés des distances au centre de la terre, 336.
Les corps parcourent des espaces proportionnels aux quarrés des tems, ou des vîtesses, 339, 360.
Sa cause est inconnue, 365, 367.
Quelle est son intensité sur la surface de chaque planete, 743, 746.
Spécifique, 1341.
Comment découvre-t-on celle des fluides, 1368, 1393, 1395.
Elle est comme le poids divisé par le volume, 1342, 1355.
Comment découvre t-on celle des solides, 1376, 1377, 1396, 1397.
Quelles précautions il faut apporter à ces sortes d'expériences, 1415, 1416.
Table des gravités spécifiques des corps, 1417.
On remarque des différences dans ces gravités pendant l'été & pendant l'hiver, 1417.
Grêle, 2391.
A quelle hauteur se forme-t-elle dans l'atmosphere, 2392.
Quelle est sa grosseur, 2393, 2394, 2396.
Elle tombe sous la forme de petits glaçons. 2395.
En quel tems tombe-t-elle? 2398, 2400.
Grue, 506.
A mouffle, 503.

H

HALO ou COURONNES, 2446.
Leurs couleurs, 2447.
Elles paroissent fréquemment, 2448.
La cause qui les produit n'est pas éloignée de la surface de la terre, 2450, 2451.
Leurs différences, 2452.
Humeurs, ils y en a de trois especes dans l'œil, 1862, 1863.
Leur quantité, 1864.
Humide, 1222.
Hydrostatique, 1219.
Hygrometre, 1384.

Hypothefes. Il faut les bannir de la Phyfique, 22.

I

JET, 1326.
Son amplitude, 689, 703.
Impénétrabilité, elle eft univerfelle, 78, 80, 84, 85.
Elle ne doit point fon origine à l'étendue, 78.
Nous ne favons pas comment elle appartient aux corps, 82.
Inertie, 115, 121.
Elle eft proportionnelle à la maffe des corps, 123.
Elle fe fait fentir en tous fens, 124.
Elle reconnoît des bornes, 125.
Nous ignorons de quelle maniere elle appartient aux corps, 126.
Sans elle on ne peut concevoir les loix du mouvement, 127.

L

Légéreté pofitive, 318.
Lentilles, 1773.
D'un télefcope. Pour quelle raifon on y obferve des anneaux colorés, 1832, 1835.
Comment on en trouve le centre, 1776, 1777.
Comment on en détermine le foyer, 1791, 1793. Voyez *Foyer*.
Levier, 410, 411.
De trois efpeces, 412.
Leurs propriétés, 413, 418.
Courbe, 435.
Angulaire, 436.
Propriétés de l'oblique, 422, 423.
Les mufcles agiffent à la maniere des leviers, 432.
Tiré par plufieurs poids, 434.
Compofé, 493.
Lieu: on en diftingue deux efpeces, 179, 180.
Liquide, 1221.
Logique, 13.
Loix de la Nature, 19.
On les connoît par les obfervations, 20.
On en ignore les caufes, 21.
Les trois de *Newton*, 218, 269, 270.
Lumiere, ouverture par laquelle l'eau jaillit, 1325.
Un fluide s'éleve à une moindre hauteur en jailliffant par une lumiere, 1328, 1332.
Un plus petit jet s'éleve plus haut, 1329, 1333, 1334.
Son amplitude, 1336, 1337.
Du foleil; elle ne fe répand pas fous la forme d'ondes, 1670.
Elle ne fe meut pas en vertu d'une preffion, 1679.
Elle eft différente du feu, 1686.
Quels font les corps qui s'en imbibent le plus aifément, 1687, 1706.

Lumiere, courbe qu'elle décrit en traversant l'atmosphère, 1734.
Elle s'affoiblit selon une raison géométrique, en traversant un milieu, 1739, 1740.
Celle des étoiles fixes scintille, 1741, 1742.
Son angle de réflexion est égal à son angle d'incidence, 1744.
Celle de toute espece de flamme quelconque n'est point un assemblage des sept rayons colorés, 1824.
Combinaisons de verres à travers lesquels elle ne se transmet point, 1971.
Plusieurs problêmes sur la lumiere, 1686.
Des rayons de la lune ne raréfie point la liqueur d'un thermometre, 1637, 1639.
La vîtesse avec laquelle elle se propage est étonnante, 1678, 1681.
Comment ses rayons qui tombent sur la rétine pénetrent l'œil, 1865.
Ils ne le pénetrent pas tous, 1865, 1869, 1880.
Ils se réfractent plus ou moins dans l'œil, 1870, 1872.
De quelle maniere ils se rassemblent sur la rétine, 1874.
Lunette Hollandoise, 1955.
Binocle, 1964.

M

MACHINES, 369.
Simples, 371.
Composées, 488.
Masses de différens ordres, 98, 102.
Mathématiques, 14.
Méchanique, 369.
Auteurs qui ont traité de cette Science, 510.
Du mouvement de la balance, 534.
De la poulie, 535, 537.
Des mouffles, 538, 539.
Du plan incliné, 540.
Du tour, 541.
Menisque : voyez *Lentilles*.
Mercure, on s'en sert pour faire des thermometres, 1568.
Il demeure suspendu dans le barometre par la pression de l'air, 2067.
Raison des variations qu'on observe dans la longueur de la colonne de mercure dans le barometre, 2068, 2072.
Ces variations sont plus grandes pendant l'hiver, 2073, 2074.
Sa colonne n'est pas de même hauteur dans tous les barometres, 2088.
Elle est plus courte dans les endroits élevés, 2080, 2184.
Métaphysique, 11.
Météores, 2282, 2283.
Propres à la nature des différens terreins, 2291.
Plusieurs dépendent beaucoup de la lune en Hollande, 2310.
On les distingue en trois especes, 2315.
Ignés, 2480.

Météores ignés ; ils sont de deux especes, 2484.
Microscope, 1945.
Selon quelle proportion il augmente les dimensions des objets, 1946.
Comment il faut s'en servir pour faire des observations, 1949.
Composé de deux verres, 1950, 1952.
Son champ, 1951.
Solaire, 1953.
Milieu transparent, 1708.
Miroirs, 1976, 1977.
Ils réfléchissent les rayons sous le même angle sous lequel ils sont tombés, 1979, 1080.
Lorsque les rayons tombent sur des miroirs plans, ils se réfléchissent par le plus court chemin, 1981.
Plans ; comment ils représentent les objets, 1981, 1989.
Lorsqu'ils sont faits de verre transparent, ils présentent plusieurs phénomenes à observer, 1990.
Deux ou plusieurs étant paralleles & disposés de maniere à faire angle, nous font voir plusieurs phénomenes, 1993, 1997.
Sphériques, convexes, concaves. Voyez *Foyer*.
Concaves ; ils représentent les objets de différentes façons, 2011, 2024.
Cylindriques convexes, 2025, 2026.
Concaves, 2027, 2028.
Pyramidaux, 2029, 2030.
Coniques, 2031.
Prismatiques, 2032.
Effets de ceux qu'on appelle brûlans, 1623, 1632. Voy. *Foyer*.
Mixtes, comment on connoît ce qu'ils contieennent de matiere, 1400, 1406.
Ils deviennent plus denses, 1408.
Plus rares, 1409.
Mobile, mobilité, 129.
Moment, force, 372.
Il est d'autant plus grand que les distances sont plus éloignées de l'axe, 388.
Mouffles, 494.
Mouvement, 15.
Ses causes, 236, 245.
Il est la cause des changemens qui arrivent dans les corps, 18.
On le distingue en trois especes, 189, 191.
Il correspond au tems, 104.
Direct, réfléchi, 106.
Accéléré, 220, 222.
Retardé, 221, 223.
Uniforme, 218.
Ses loix, 228, 231.
Composé, 556, 559.

Mouvement composé ; il se fait selon la diagonale, 561, 571.
Composition & résolution du mouvement, 572.
Mouvements conspirants & contraires, 226, 227.
Muscles, leur action. Voyez *Levier*.

N

Nature : voyez *Essence*.
Neige, 2401.
Ses différentes figures, 2402.
Elle est rare, 2404.
Ce qu'elle présage, 2405, 2407.
Son usage, 2411.
Peut-on s'appercevoir de ses approches, 2412.
Combien de fois il est tombé de la neige à Leide dans l'espace de 29 années, 2401.
Nerfs, cordes d'instrumens ; leur longneur est réciproque au nombre de vibrations qu'elles font dans un tems donné, 2212.
Elle est pareillement réciproque aux tons qu'elles forment, 2213, 2214.
Elles font des vibrations qui sont entr'elles, quant à leur nombre, comme la racine quarrée des poids qui les tendent, 2218, 2223.
Pour quelle raison on en emploie de différentes grosseurs, 2224, 2228.
Nuées, 2329.
Elles sont plus épaisses que le brouillard, 2330.
Elles s'élevent à différentes hauteurs, 2331.
Quelle est la plus grande hauteur à laquelle elles s'élevent, 2332.
Elles different en figure & en grandeur, 2334, 2337.
Elles sont poussées par les vents, 2338.
Elles sont de différentes couleurs, 2339.
Leurs poids, 2339.
Leur utilité, 2343.

O

Objets, ils paroissent plus élevés qu'ils ne le sont lorsque la lumiere est réfractée, 1928, 1931.
Ils paroissent sous de plus grandes dimensions lorsqu'on les regarde à travers un verre plan, 1932.
Ils paroissent multipliés à travers un verre à facettes, 1933.
Ils sont semblables aux images après les réfractions faites par des surfaces planes, 1934.
Comment les voit-on à travers des lentilles convexes? 1935, 1937.
Concaves? 1938, 1939.
Ils se peignent renversés dans l'œil, 1875.
On les voit cependant dans leur situation naturelle, 1888, 1891.
Ils se peignent distinctement autour de l'axe optique, 1880.
En quel cas les voit on doubles? 1892, 1893.

Objets, Quoiqu'ils se peignent dans les deux yeux, on ne les voit pas doubles, 1894, 1895.
Comment les voit-on lorsqu'ils font différens mouvemens, 1918, 1920.
En quel cas les voit-on distinctement, 1902, 1903, 1906, 1907. confusément, 1904.
D'où dépend la clarté avec laquelle on les voit, 1899, 1901.
Leur grandeur apparente, 1910, 1913.
Elle est en raison réciproque de leur distance à l'œil, 1914.
Quels rapports ont entr'elles les vîtesses apparentes, 1921.
Comment l'ame juge-t-elle des distances, 1922, 1923.
Obstacles, 247.
Quels rapports ont ils avec les puissances qui pressent, 254, 264.
Œil, son globe est enveloppé de trois membranes, 1854.
Epaisseur de ces membranes, 1861.
Quelques animaux n'ont point d'yeux, 1852.
Sa membrane choroïde, 1853, 1856.
Sa cornée, 1854.
Elle réfracte les rayons de lumiere, 1869, 1877.
Son procès ciliaire, 1857.
A t il des fibres musculaires, 1858.
Sa pupille ou prunelle, 1859.
Ses humeurs, 1862, 1863.
Son nerf optique, 1861.
Son artere & sa veine centrale d'*Albin*, 1861.
Opacité: voyez *Transparence.*
Oreille, sa description, 2269, 2279.
Comment s'opere l'action de l'ouïe, 2281.
Oscillations, 644.

P

PARABOLE, tout corps projetté décrit une parabole, 684, 685.
Comment déterminer le but que le corps doit frapper, 686, 688.
Parenselenes, 2474.
Parhélies, 2454, 2455.
Observées à Leyde, 2457.
Combien elles durent de tems, 2459.
Comment se produisent-elles, 2461, 2469.
Elles ne se terminent pas toutes ensemble, 2470, 2471.
Leur grandeur, 2456.
La matiere qui les produit est dans l'atmosphere, 2460.
Pendule simple, 641.
Composé, 642.
De combien il faut l'allonger ou le raccourcir, 662.
Imaginé par *Graham*, 675.
Julien le Roi, 676.

Pendules, leurs longueurs en différens lieux, 333.
Elles sont comme les quarrés des tems de leurs oscillations, 658, 660.
Leur vîtesse est comme la sous-tendante de l'arc, 663.
Leurs rapports avec les efforts de la gravité, 665, 669.
Leur usage pour mesurer le tems, 673, 674.
Percussion, 770, 771.
Directe, oblique, 778.
Des corps durs, 781, 785.
Mous, 786, 795.
Elastiques, 796, 804.
Oblique des corps mous, 807.
Elastiques, 808, 815.
Des corps sur un levier, 818.
Phénomenes, 17.
Philosophie, 1.
Pratique, 12.
Ses parties, 8, 13.
Physique, 9.
Son utilité, 39.
Plan incliné, 468.
Ses propriétés par rapport aux puissances, 469, 477.
Descente des graves sur ces sortes de plans, 608, 619.
Pluie, Comment elle se forme, 2358, 2360.
Quelles sont les causes qui la font tomber, 2362, 2363.
Combien il en est tombé par an à Leyde & en plusieurs autres endroits, 2365.
Elle a un certain rapport avec la sécheresse dans l'étendue de l'atmosphere, 2366.
Elle emporte avec elle, lorsqu'elle tombe, des corps de toute espece, 2367, 2370.
Prodigieuse, 2371.
Elle donne origine aux fontaines & aux lacs, 2378.
Elle devient nuisible, 2380.
Figure & grandeur de ses gouttes, 2382, 2385.
Son usage, 2378.
Elle tombe irréguliérement en Hollande, 2377.
Pneumatique, 8.
Poids, 316.
Il est proportionnel à la quantité de matiere, 321.
Spécifique, 328.
Polémoscope, 1997.
Pompe aspirante, 2069.
Des Marchands de vin, 2114.
De quelle maniere l'air se raréfie dans cette machine, 2117, 2119.
Pneumatique, 2120.
Aspirante ordinaire, 2124, 2136.

Pompe Dont on fait ufage pour tirer l'eau des puits, 2137.
D'où dépend fa perfection, 2140.
Avec quelle force l'eau preffe dans cette machine, 2141, 2147.
De l'écoulement des eaux par la preffion du pifton, 2156.
Pont levis, 493.
Flottant, 578.
Roulant, 505.
Pores, 87.
Comment ils different dans les corps, 92, 94.
Les uns font vuides, les autres remplis en partie par d'autres matieres, 96.
Tous les corps font poreux, 91.
Poulie, 438.
Elle n'augmente point l'effort de la puiffance, 439. Voyez *Méchanique du mouvement.*
Puiffance végétative, 140.
Puiffances qui preffent, 246.
Leurs loix, 253, 268.
Directes, 282.
En quel cas trois puiffances font en équilibre, 580, 587.
Pupille, 1860.
Sa contraction, 1870. Voyez *Œil.*
Pyrometre, 1527.

R

RARETÉ des corps, 88.
Comment elle augmente, 89.
Rayons, Ceux de la lumiere fe réfractent en s'approchant de la perpendiculaire, 1714.
En s'en approchant, 1715.
Lorfqu'ils paffent d'un milieu dans un autre, ils forment une courbe, 1714.
Divergens, 1743.
Convergens, 1746.
Lorfqu'ils tombent fur des furfaces planes, ils deviennent paralleles après la réfraction, 1754.
Ils fe développent en paffant par un trou, dans une chambre obfcure, 1795, 1797.
Ils fe réfractent en paffant par un prifme, 1798, 1801.
A fa fortie, ils fe féparent en fept couleurs, 1803, 1804.
Quels font ceux qui fe réfractent davantage, 1809, 1811.
Ils ont tous un degré invariable de réfrangibilité, 1812.
Les rouges ont-ils plus de vîteffe que les autres? 1813.
Ont-ils plus de force, 1814, 1815.
Lorfqu'ils font tous raffemblés ils donnent le blanc, 1817, 1819, 1821.
Ils ne font pas tous également réfractés par toutes fortes de verres, 1823.

Rayons, ils ſont tous réflexibles, 1825.
Ils ſe ſéparent en leurs différentes couleurs lorſqu'ils ſe réfléchiſſent 1831.
Qui paſſent entre deux lames de couteaux, 1826, 1829.
Solaires, leur denſité, 1555.
Leur longueur eſt infinie, 1672, 1673.
Leur ſubtilité, 1667, 1668.
Leur denſité décroît en raiſon doublée des diſtances, 1675.
Réflexion, celle de la lumiere eſt attribuée à des forces répulſives, 1969, 1970.
Réfraction, celle de la lumiere dépend de la force attractive du milieu, 1720, 1724.
Elle varie continuellement dans l'atmoſphere, 1735.
Qui paſſe obliquement de l'air dans l'eau, 1736.
Son angle, 1725, 1726.
Son ſinus eſt dans un rapport conſtant avec celui de l'angle d'incidence, 1727, 1729, 1731.
Regles de *Newton*, 31, 34, 36.
Regne, des trois regnes, & de leurs eſpeces, 23, 28.
Atmoſphérique, 29.
Repos abſolu, relatif, 192, 195.
Répulſion, les corps ſe repouſſent mutuellement, 1079, 1089.
Rétine, 1864.
Comment on connoît la petiteſſe de l'image qui ſe peint ſur cette membrane, 1915, 1916. Voyez *Œil*.
Roſée, 2344.
Elle differe de la tranſpiration des plantes, 2345.
Celle qui s'éleve differe ſuivant la conſtitution du ſol, 2347.
Elle tombe ſur tous les corps à Leyde: il n'en eſt pas de même à Utrecht & à Paris, 2349.
Il y a des endroits où elle s'éleve, mais où elle ne tombe pas, 2350.
En quel tems on l'obſerve en Hollande, 2352.
En quoi elle differe du brouillard, 2355.
Ses uſages, 2356.
Mielleuſe, 2357.
Roues dentées avec des lanternes, 454.
Etoilées, 455.
A chevilles, 455.
Les grandes ſont plus faciles à mouvoir que les petites, 456, 457.
Comment on détermine la figure & le nombre de leurs dents, 500, 502.
Rouille des métaux, 1075.

S

Sclerotique. Voyez *Œil.*
Serpent, météore, 2546.
Syphons, 2191, 2099.
Solidité, adhérence, fermeté des cordes, 1116, 1126.
Des bois, 1127.
Des métaux, 1129, 1198.
Des étoffes, 1199.
Des peaux, 1201.
Des nerfs, 1202.
Des os, 1203.
Du verre, 1212.
Un solide de même gravité spécifique qu'un liquide, se tient par-tout où on le place dans ce liquide, 1356, 1358.
Plus pesant, tombe au fond du liquide, 1362, 1363.
Plongé dans un liquide perd de son poids autant que pese le liquide dont il occupe la place, 1366, 1367, 1373, 1374.
Spécifiquement plus léger que le liquide, s'y enfonce en partie, 1380.
Solution, ce que c'est, 1047.
Des sels, 1047.
Des métaux, 1048.
Il y a des corps dans qui elle s'opere plus promptement en plein air que dans le vuide, 1070.
Des fluides par d'autres, 1071.
Il y a des corps qui ne se dissolvent point sans intermede, 1072.
Son, 2189.
Comment il se forme, 2190.
Dans un solide, 2191, 2200.
Il est produit par les corps élastiques, 2201, 2261.
En quoi il consiste dans l'air, 2229.
Comment il se propage, 2231.
Comment il s'y affoiblit, 2232.
Il ne s'étend point au delà de certaines bornes, 2233, 2234.
Il ne se propage pas toujours avec la même vîtesse, 2236, 2237.
Fort ou foible, il a toujours la même vîtesse, 2240, 2241, 2245.
Comment il se conserve, 2254.
On l'amortit, 2255.
Son intensité, 2257.
Comment on l'entend, 2268, 2269.
Statique, 369.
Succion animale, 2090.

T

Teleologie, 10.
Telescope, 1954.

Télescope astronomique, 1956, 1960.
Ses défauts, 1961.
Achromatique de *Dollond*, 1962.
Oblique, 2035.
De *Newton*, 2038, 2039.
De *Gregori*, 2040, 2043.
Tempête, 2616, 2619.
Tems, de deux especes, 182, 184.
Il se mesure par le mouvement uniforme, 185.
Ce n'est pas un être réel, 186.
Périodique, 723.
Thermometre, 1564.
De *Drebbel*, 1565, 1566.
De Florence, 1567.
De *Fareinheit*, 1568, 1572.
De *Réaumur*, 1573.
Humecté d'eau devient susceptible des impressions du vent, 1604, 1605.
Plongé dans l'air, il n'est point affecté par le vent, 1613.
Tons graves, aigus, 2202.
Au nombre de sept, 2214, 2215.
Tour, *axis in peritrochio*, 443.
Ses propriétés, 444, 446.
Description de celui dans lequel on fait marcher des animaux, 549.
Quelle est la pression qui se fait sur l'appui, 553. Voyez *Roues*.
Transparence, d'où dépend celle qu'on remarque dans les corps, 1972, 1975.
Tribometre, 512.
Trombes de mer, 2381, 2382.
Leurs effets, 2383.
Leur origine, 2384.
Tuyaux capillaires, 1046.
De quelle maniere les fluides s'élevent dans ces tubes, 1046.
Les diametres de ces tubes sont en raison réciproque des hauteurs auxquelles les liquides s'y élevent, 1051.
Leurs phénomenes dépendent de plusieurs puissances, 1052.
Ils ne dépendent point de l'air, 1054.
Quels soins faut-il apporter pour faire ces expériences? 1055.
Les fluides s'élevent dans ces tubes à différentes hauteurs, 1056.
Leurs phénomenes ne dépendent point de l'éther, ni d'une atmosphere électrique, 1057.

V

VAISSEAU, son mouvement lorsqu'il est poussé par le vent, 574, 577.
Vapeurs, causes de leur élévation, 2297, 2299.

Vapeurs, Quantité qui s'en éleve de la surface de la mer entre les tropiques, 2557.
En quels cas elles s'élevent de la terre, 2304.
Elles s'élevent à différentes hauteurs, 2305, 2307.
Pourquoi elles ne retombent pas sur-le-champ, 2308.
Elles descendent, 2309.
Elles exercent des forces expansives, 1467.
Elles font mouvoir des machines, 1467, 1469.
Plus elles sont échauffées, plus elles produisent d'effort, 1468.
Quel volume acquerent celles de l'eau bouillante, 1471.
Elles pénetrent les corps, 1472. Voyez *Exhalaisons.*
Vase, l'eau coule en même quantité, en tems égaux, par une ouverture faite à un vase, 1289, 1290.
L'eau tombe par cette ouverture avec la même vîtesse qu'elle auroit si elle tomboit librement, 1292, 1294.
Ces quantités d'eau sont en raison sous-doublée des hauteurs, 1295, 1296.
Vent, 2548.
Il n'est pas composé seulement de vapeurs, 1549.
Quel mouvement il excite dans l'air, 2550.
d'*Est* ne dépend point du mouvement de la terre sur son axe, 2566.
La lune n'est pas sa cause productrice, 2567.
Général sur la mer Pacifique, 2568.
On en compte trente-deux, 2551.
Leurs divisions, 2553.
Généraux & constans, endroits de la terre où ils soufflent, 2554, 2555.
Cause du vent général d'*Est*, 2556.
Le soleil en est la cause, 2558, 2559.
Cause de celui qu'on appelle *Borée*, 2560.
Du *Midi*, 2562.
Anniversaire, 2569, 2577.
De *terre*, 2581, 2584.
Cause des vents de terre & de mer, 2585, 2587.
On remarque des vents libres depuis les tropiques jusqu'aux pôles, 2588, 2589.
Ceux qui soufflent en Hollande, 2591, 2595.
Quelles sont leurs causes, 2597, 2600.
Cause du vent libre, 2604.
Causes qui se remarquent à la surface de la terre, 2606.
Comment on détermine la force du vent, 2619, 2623.
Quels sont les instrumens propres à en déterminer la vîtesse, 2623.
Leur utilité, 2629.
Verres brûlans, leurs effets, 1633, 1634.
Vision, différentes questions relatives à cette fonction, 1924. Voy. *Objets*, *Rayons lumineux.*

Viteffe, 213.
Elle eſt comme l'eſpace diviſé par le tems, 214, 215, 218, 221.
Reſpective, 782, 787.
Volume d'un corps, 1340.

Z

Zodiaque, ſa lumiere, 1482.

Fin de la Table des Matieres.

ERRATA.

TOME I.

PAGE 6, ligne 43, accroiſſance, *liſez* accroiſſement.

Page 35, à la citation, de Turre, *liſez* Mad^e du Châtelet.

Page 37, lig. 44, de la finir, *liſez* de la définir.

Page 48, lig. 29, *ajoutez* octaedres.

Page 52, lig. 24, touches, *liſez* taches.

Page 105, l'avant-derniere ligne de la note, S : s : : V : S v, *liſez* S : s : : sV : S v.

Page 116, lig. 17, le ſavant de Turre, *liſez* la ſavante Mad^e du Châtelet.

Page 125, ligne 10, D M r S, *liſez* D M r δ.

Page 131, lig. 27, cent, *liſez* cinq.

Page 144, lig. 5, S, *liſez* δ.

Page 145, lig. 36, b t, *liſez* 6 t.

Page 146, lig. 2, $\frac{175}{15}$, $\frac{175}{25}$; lig. 25, dont le poids = 2, *ajoutez* & qui tomberoit d'une hauteur = 2.

Page 166, lig. 27, à ce poids, *liſez* à ce point; lig. 38, que le point D, *liſez* que le poids D.

Page 167, lig. 9. (Tab. 4. *liſez* Tab. 5.).

Page 192, lig. 29, = 100 ℔, *liſez* = 110 ℔.

Page 204, derniere ligne, troiſieme colonne, 20 . . 6, *liſez* 20 . . 4.

Page 248, lig. 44, C E, parallele à D A, *ajoutez* alors la puiſſance S ſera repréſentée par D E, la puiſſance P par D F, & celle qui ſoutient le point d'appui par C D : ou menez C L perpendiculaire à A D & C M, &c.

Page 252, lig. 11, E β, *liſez* E B.

Page 253, lig. 19, l'obſtacle G L, *effacez* L.

Page 265 : lig. 28, de G C à H F, *liſez* de A B à D E.

Page 322, ligne 8, A a a — 2 A a x, *ajoutez* + B x x.

Page 336, lig. 14, O S, *liſez* O s.

Page 339, lig. 4, Gaſſenai, *liſez* Gaſſendi.

Page 357, lig. 15, ſe rétabliſſent, *liſez* ſe rétabliſſant.

Page 385, lig. 40, dans la ſphere de leur activité, *liſez* dans ſa ſphere d'activité.

Page 398, lig. 37, marcas, *liſez* mazéas.

Page 454, ligne derniere, A B & C D, *ajoutez* Tab. 24. fig. 3.

Page 455, lig. 34, I L, *liſez* I K.

Page 459, lig. 24. 66721, *liſez* 66,721.

TOME II.

PAGE 86, lig. 12, 865, *liſez* 875.

Page 108, lig. 7, troiſieme colonne, 370, *liſez* 470.

Page 111, lig. 12, derniere colonne, 9,5755, *liſez* 9,5757.

Page 118, lig. 4, troiſieme colonne, 330, *liſez* 530.

Page 120, lig. 15, cuivre rouge, *liſez* cuivre jaune.

Page 121, lig. 25, fer 100 grains, *lisez* 150 grains.

Page 122, lig. 7, fermeté 133, *lisez* 235.

Page 125, lig. 16, derniere colonne, 235, *lisez* 255.

Page 127, lig. 20, derniere colonne, 7,325, *lisez* 7,3205.

Page 130, lig. 19, 7,165, *lisez* 7,1265.

Page 137, lig. 3. 7,215, *avancez* le 2 d'un rang vers la gauche, & *corrigez* partout la même faute dans les colonnes des gravités spécifiques.

Page 145, lig, 22, je la laissai, *lisez* je la lavai.

Page 150, lig. 5, = 210 ℔, *lisez* 168 ℔, & *ajoutez* & lorsque les faces de ce parallélipipede avoient $\frac{2}{10}$ de pouce, il ne se rompoit que par un poids = 210 ℔.

Page 155, lig. 14, de Hollaned, *lisez* Hollande.

Page 163, ligne 23, A C P B, *lisez* A O P B.

Page 165, lig. 7, 8 pouces, *lisez* 8 pieds.

Page 168, lig. 4, Tab. 18, *lisez* Tab. 28.

Page 179, lig. 11, clavelées, *lisez* gravelées.

Page 190, lig. 12, : : R S, *lisez* K S.

Pag. 201, lig. 24, $12 = 7$, *lisez* $12 = y$.

Page 206, lig. 24, $yy \times x$, *lisez* $yy \times \sqrt{x}$.

Page 227, lig. 31, ces parties, *lisez* ces pertes.

Page 236, lig. 21, qu'on appellera P, *lisez* p.

Page 248, lig. 28, 8 . 513, *lisez* 8 . 313.

Page 388, lig. 17, les parties, *ajoutez* du feu.

Page 434, ligne 9, $\frac{-a\sqrt{mn}}{m-n}$, *lisez* $\frac{\mp a\sqrt{mn}}{m-n}$. Même lig. & si $= 4\,m$, *lisez* & si $n = 4\,m$.

Page 453, lig. 10, se présentant, *lisez* se prêtant.

Page 471; lig. 26, = S . B R D, *lisez* = S . B R E.

Page 473, ligne 13, le point E, *lisez* le point F.

Page 507, ligne 28, d'Orléans, *effacez l's.*

TOME III.

PAGE 6, lig. 15, qui borde sa partie intérieure, la cornée à laquelle, *lisez* qui borde la partie intérieure de la cornée, & auquel. *Ibid.* lig. 18, se remplit, *lisez* se replie.

Page 10, lig 43, de suc, *lisez* de sac.

Page 13, lig. 41, qu'elle pousse . . . & qu'elle presse, *lisez* elle pousse . . . & elle presse.

Page 50, lig. 4, O H, *lisez* O H L.

Page 78, lig. 37, C N, H G, *lisez* C N, H O.

Page 82, lig. 18, l'angle E C B, *lisez* S E B.

Page 83, lig. 37, S b = b M, *lisez* S b + b M.

Page 89, lig. 29, E R, *lisez* E B.

Page 100, lig. 13, on peut en regarder, *lisez* on peut le regarder.

Page 126, lig. 11, troisieme colonne, 14, *lisez* 14 $\frac{1}{2}$.

Page 149, ligne 27, que $\frac{r}{6}$, *lisez* $\frac{r}{b}$.

Page 150, lig. 7, $\frac{r}{6}$, *lisez* $\frac{r}{b}$.

Page 194, lig 4, de 25 pouces, *lisez* de 29 pouces.

Page 233, lig. 25, B = m, *lisez* B = n.

Page 248, lig. 27, la pesanteur, *lisez* la puanteur.

Page 273, ligne 36, la matiere ignée, *lisez* le feu.

Page 296; lig. 39, coulent avec une espece de pluie, *lisez* coule une pluie.

Page 354, lig. 15, B C, *lisez* B O.

DE L'IMPRIMERIE DE DIDOT.

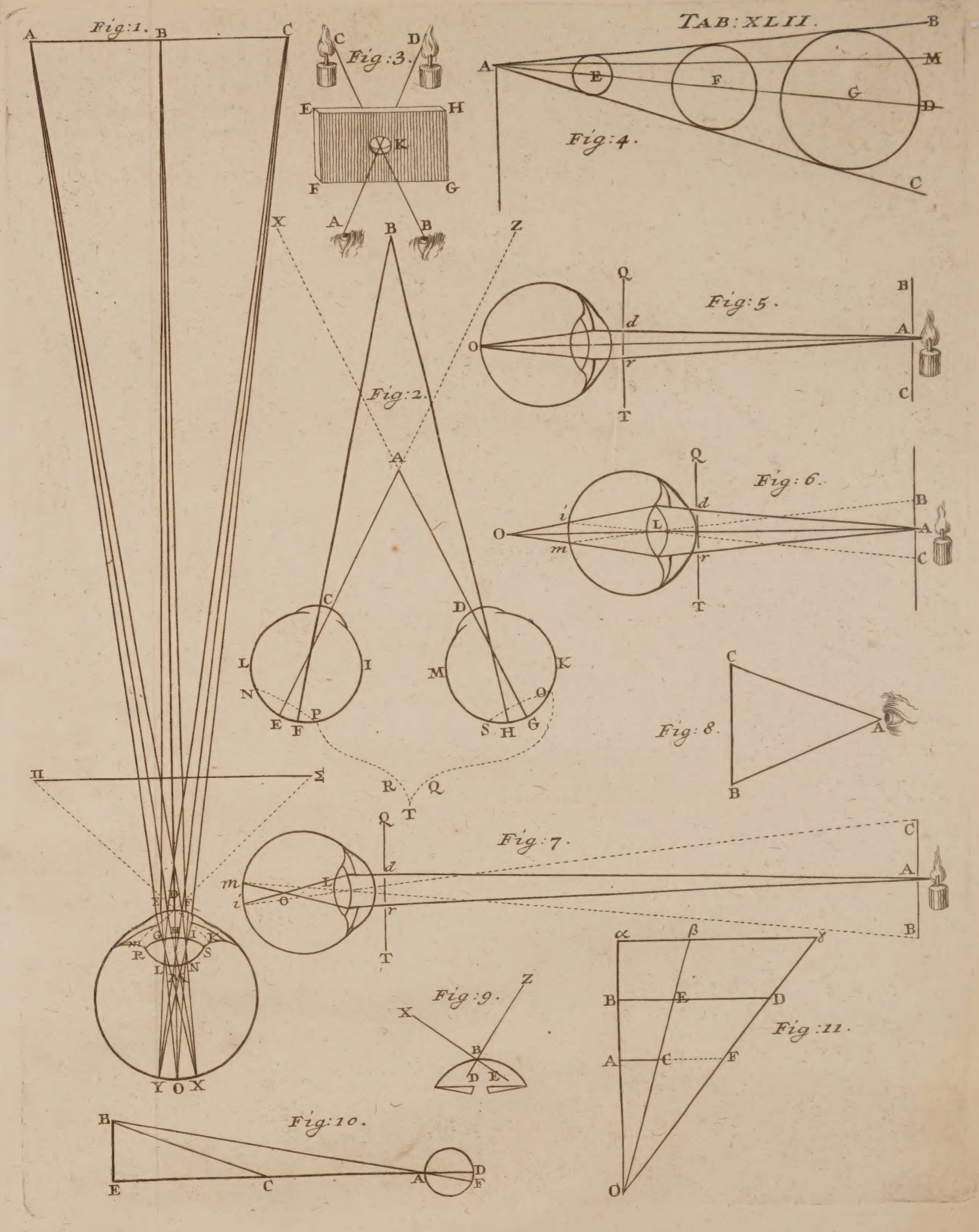

TAB: XLII.
Fig: 1.
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6.
Fig: 7.
Fig: 8.
Fig: 9.
Fig: 10.
Fig: 11.

Fig: 1.

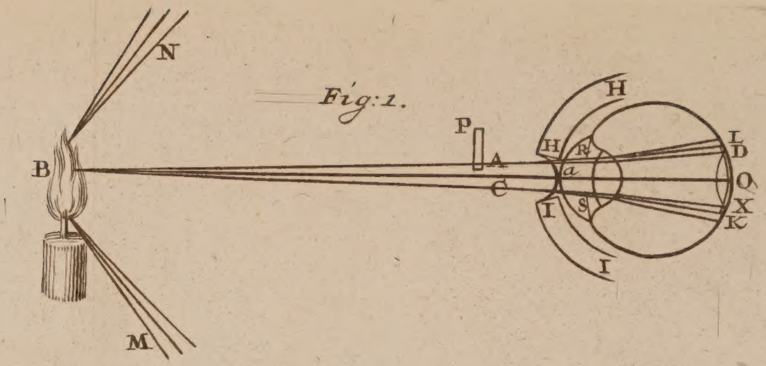


Fig: 2.

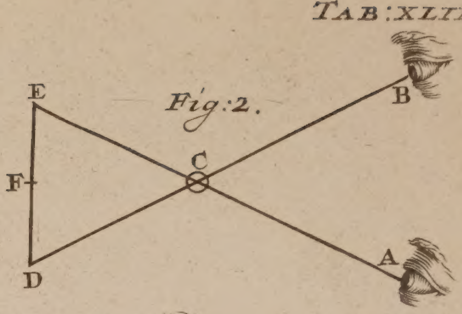


Fig: 3.

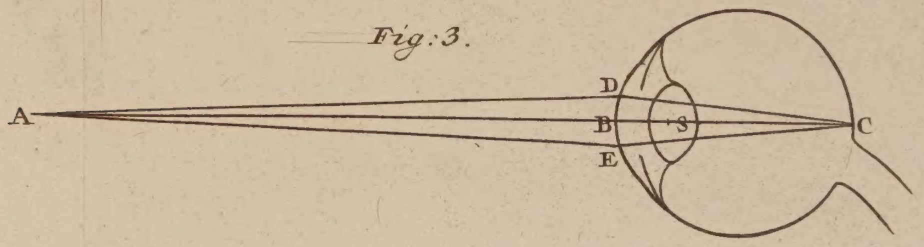


Fig: 5.

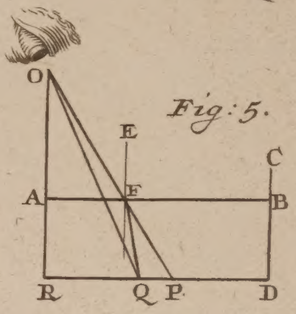


Fig: 4.

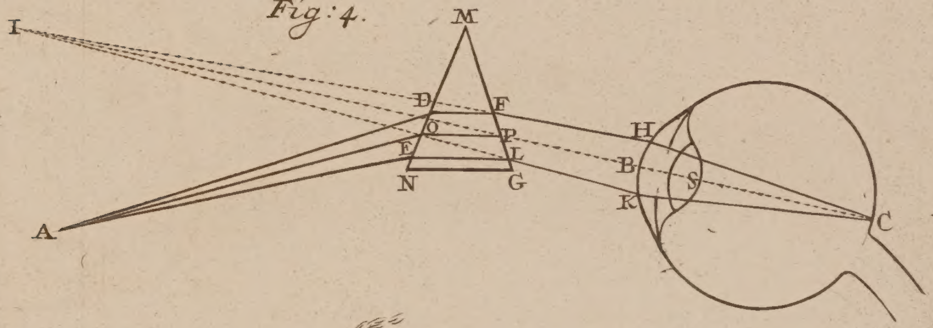


Fig: 8.

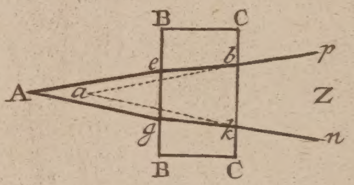


Fig: 6.

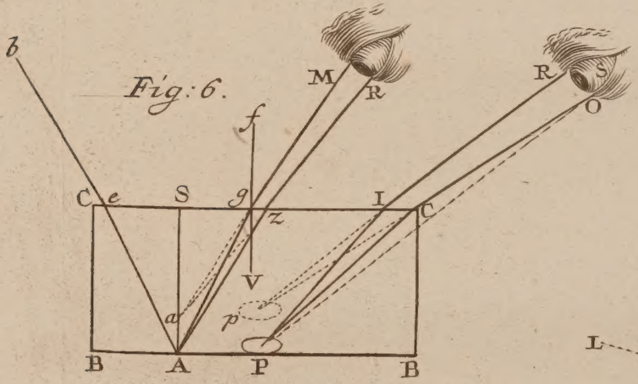


Fig: 7.

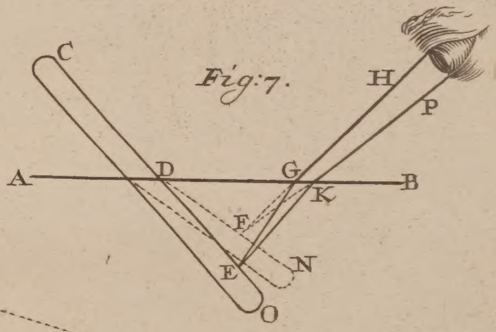


Fig: 9.

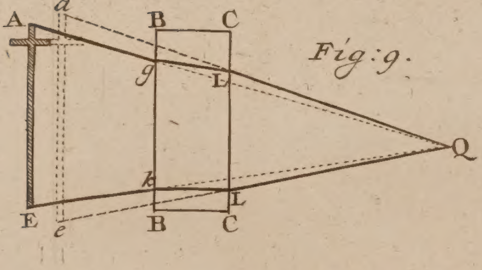
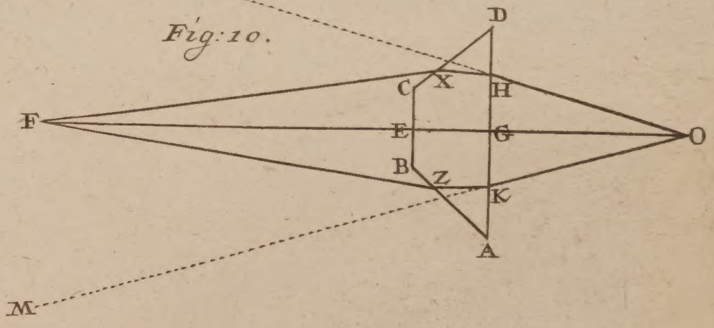


Fig: 10.



TAB: XLIV.

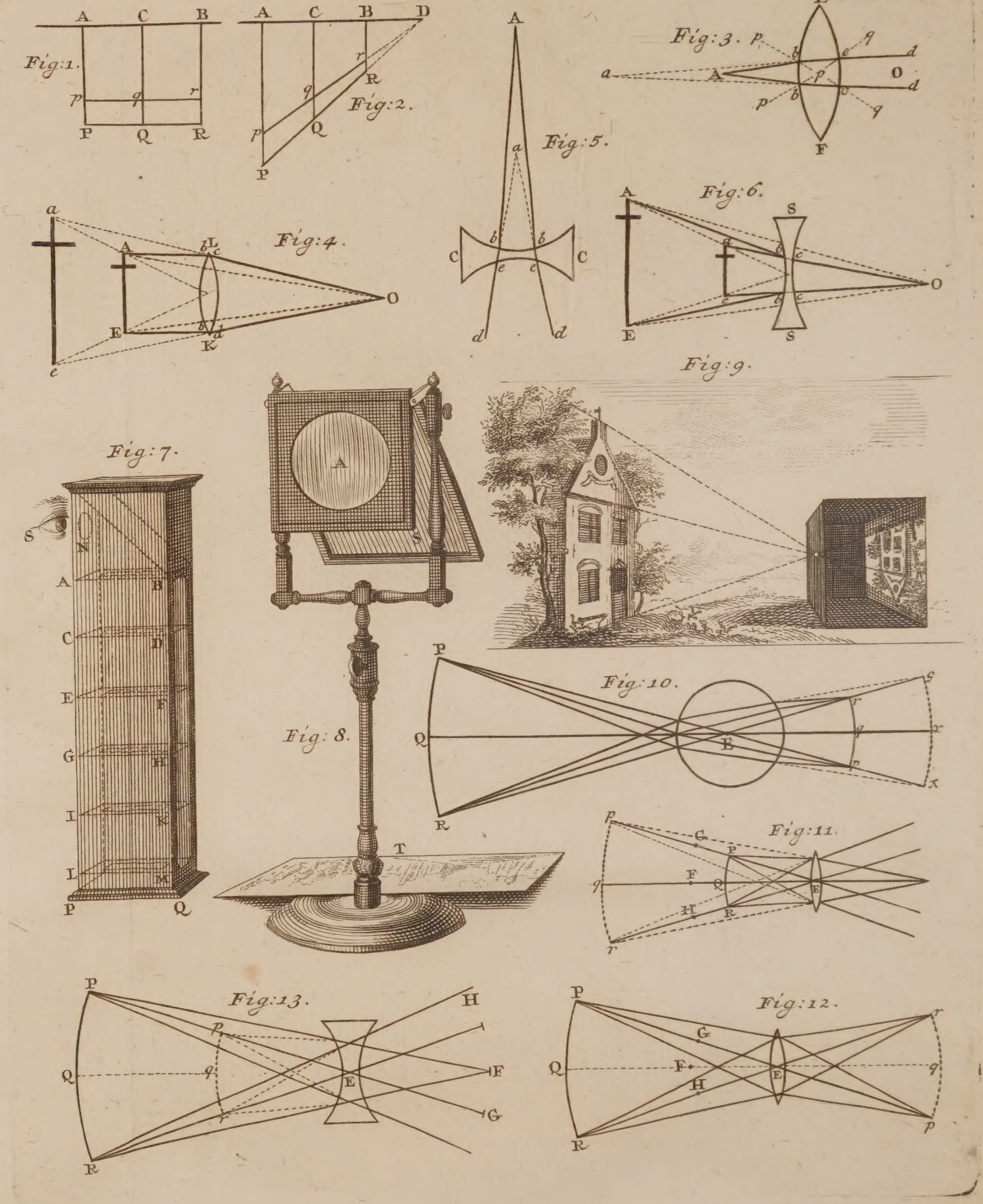


Fig:1.
Fig:2.
Fig:3.
Fig:4.
Fig:5.
Fig:6.
Fig:7.
Fig: 8.
Fig:9.
Fig:10.
Fig:11.
Fig:12.
Fig:13.

Fig: 1.

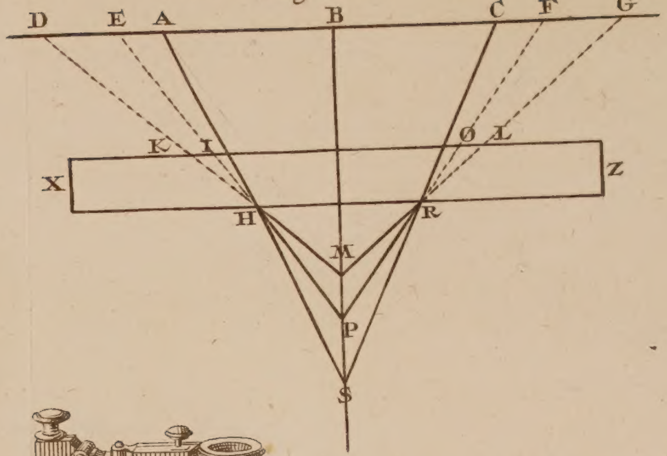


Fig: 2.

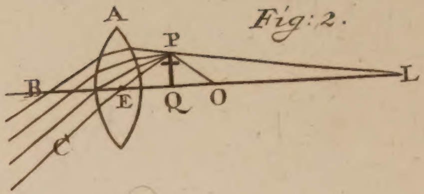


Fig: 3.

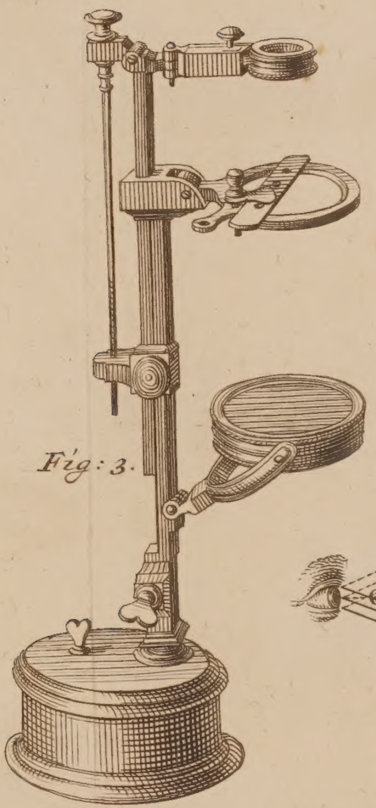


Fig: 4.

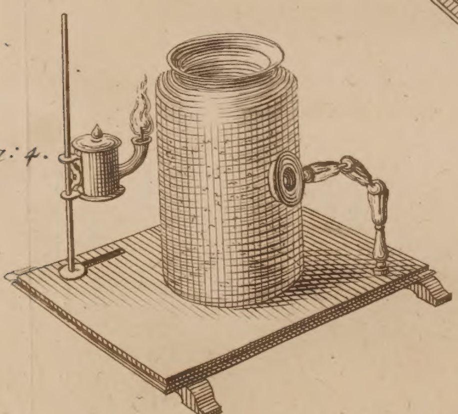


Fig: 5.

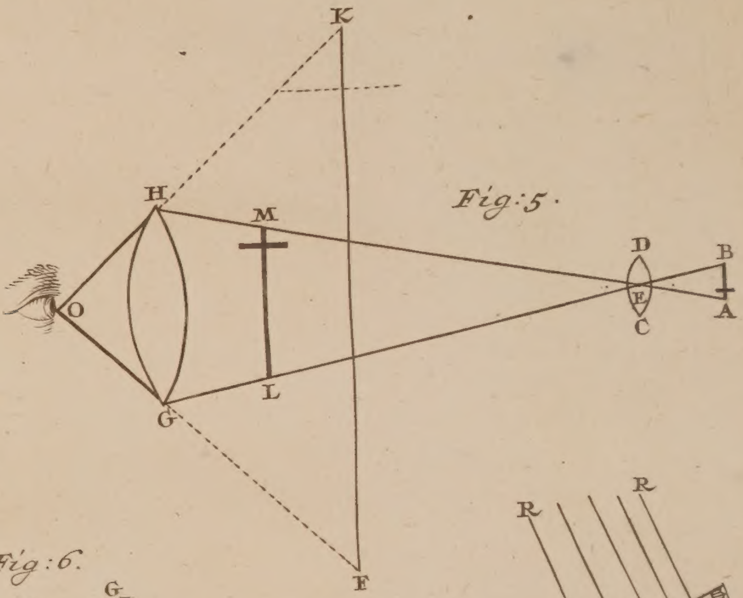


Fig: 6.

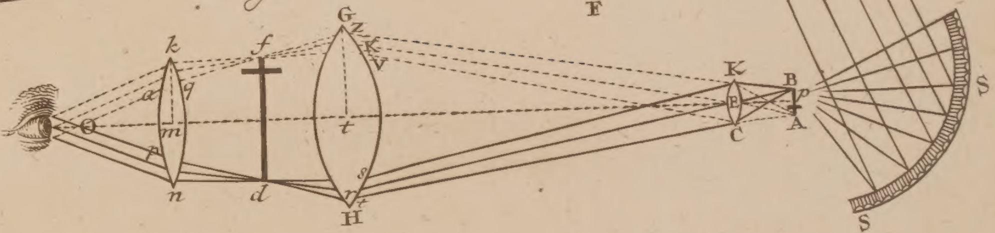
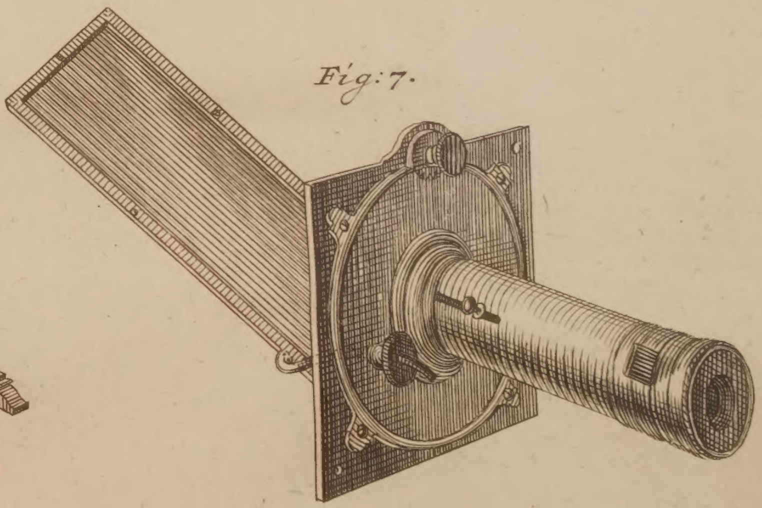


Fig: 7.



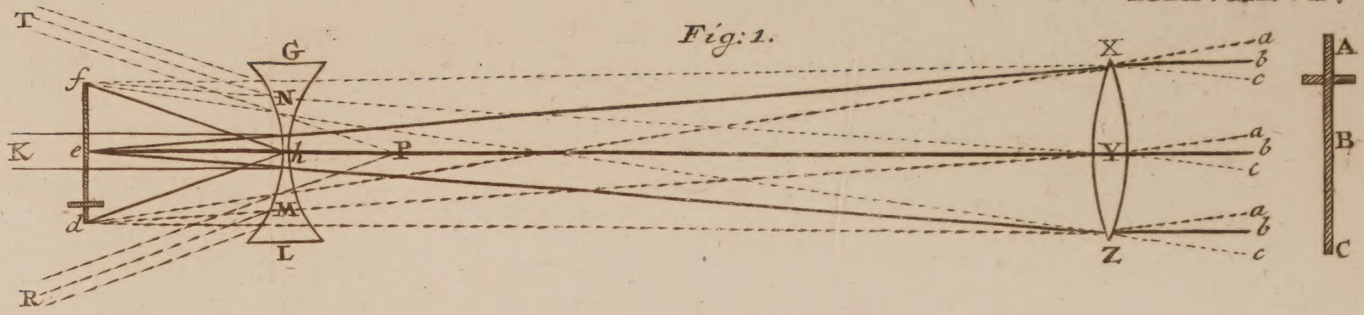


Fig: 1.

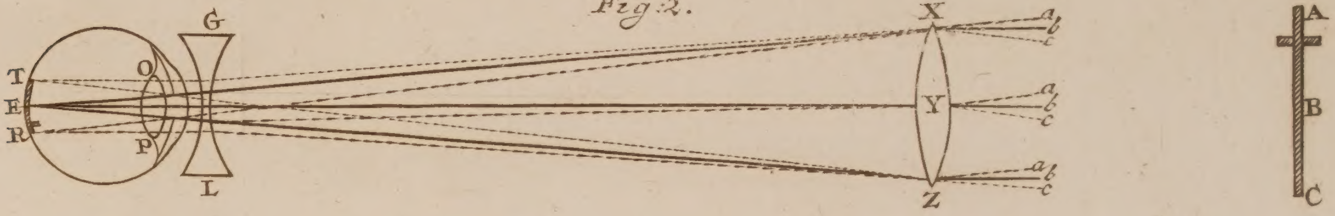


Fig: 2.

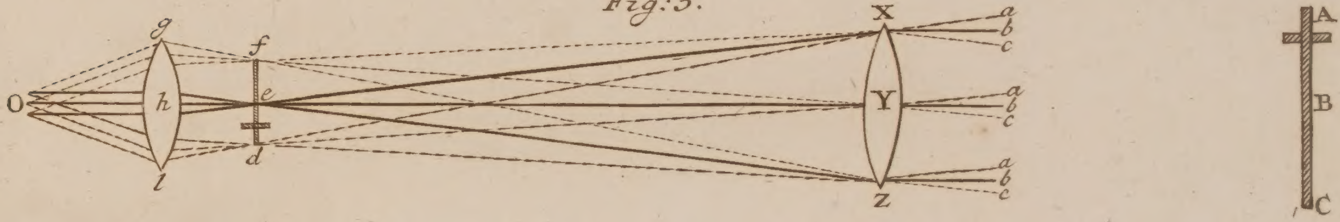


Fig: 3.

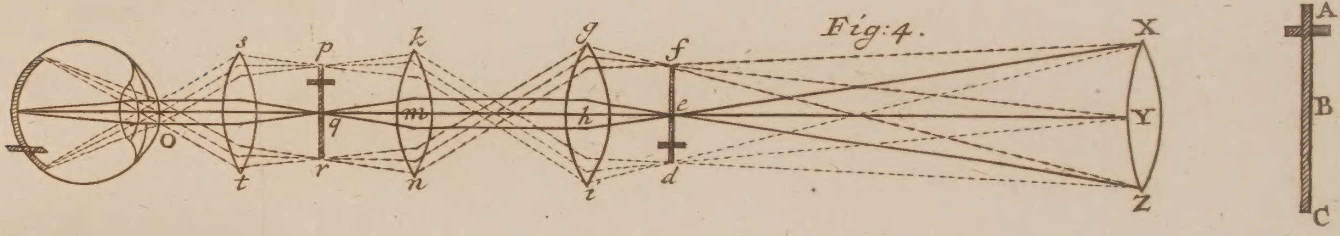


Fig: 4.

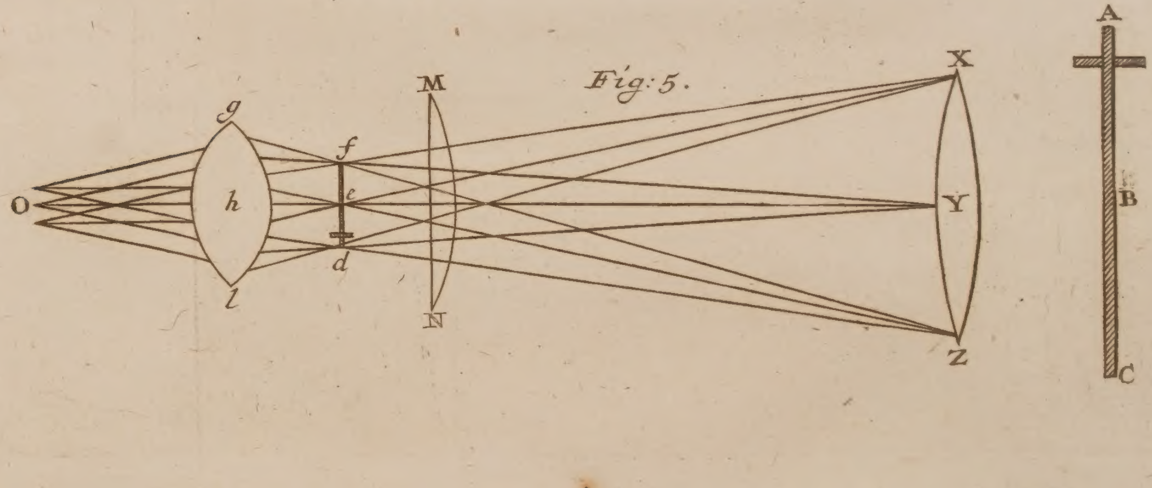
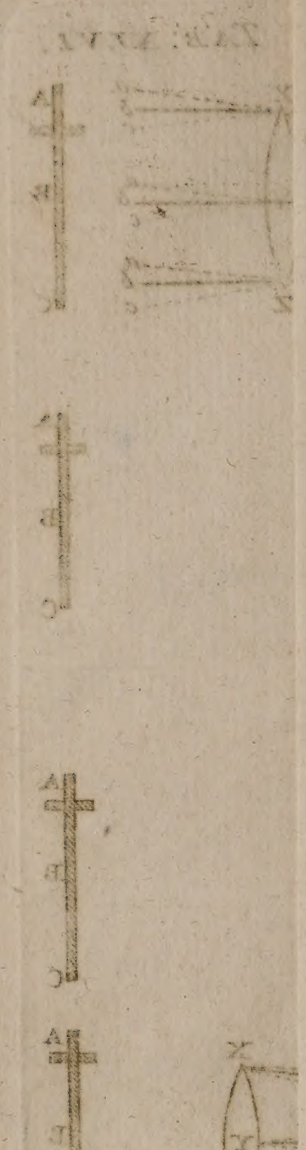
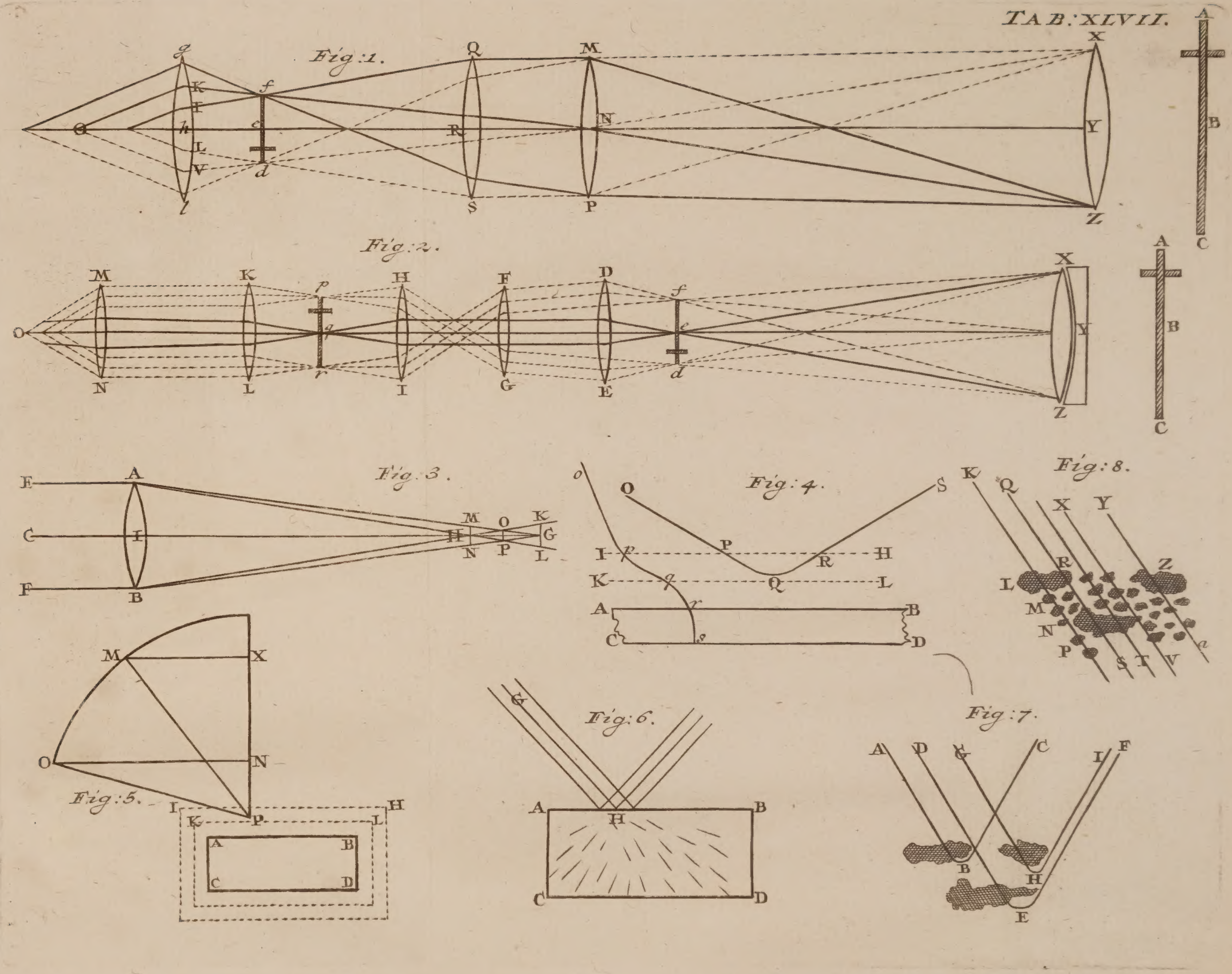
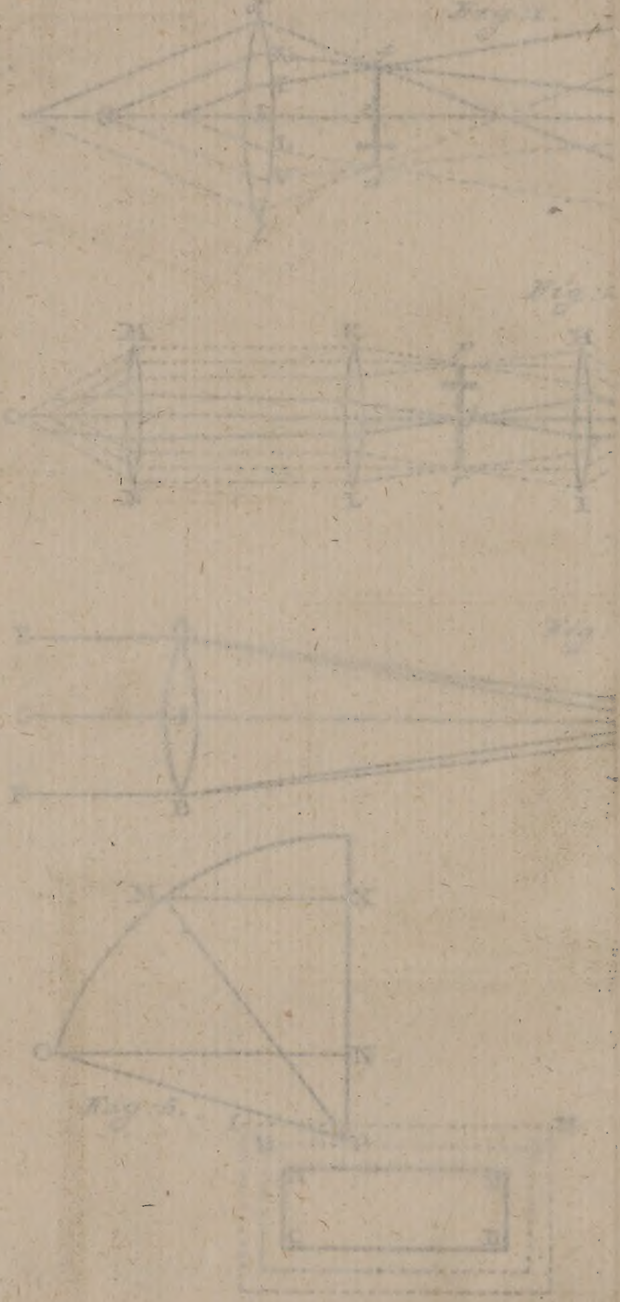


Fig: 5.



TAB: XLVII.





TAB: XLVIII.

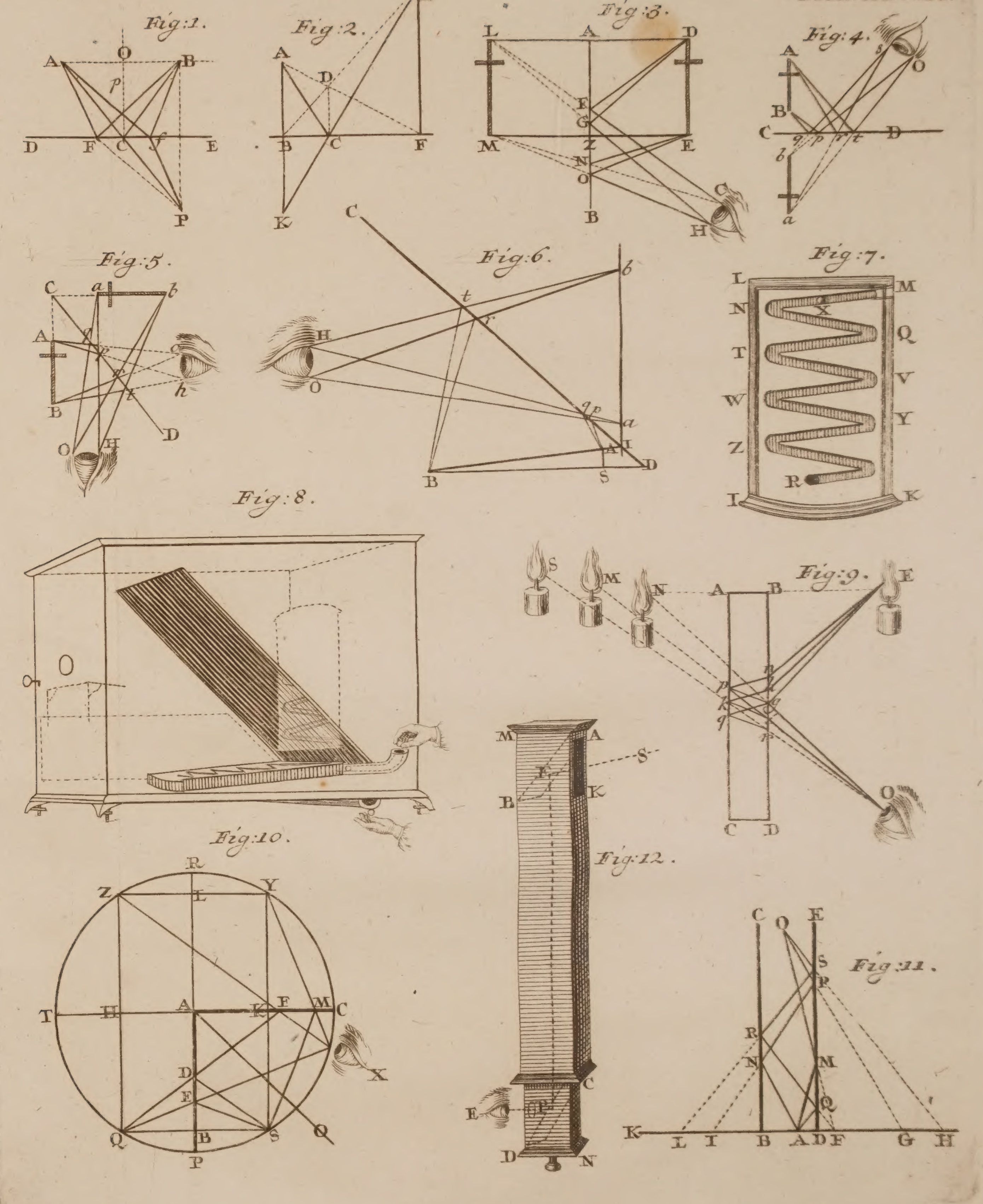


Fig:1.
Fig:2.
Fig:3.
Fig:4.
Fig:5.
Fig:6.
Fig:7.
Fig:8.
Fig:9.
Fig:10.
Fig:11.
Fig:12.

Fig: 1.

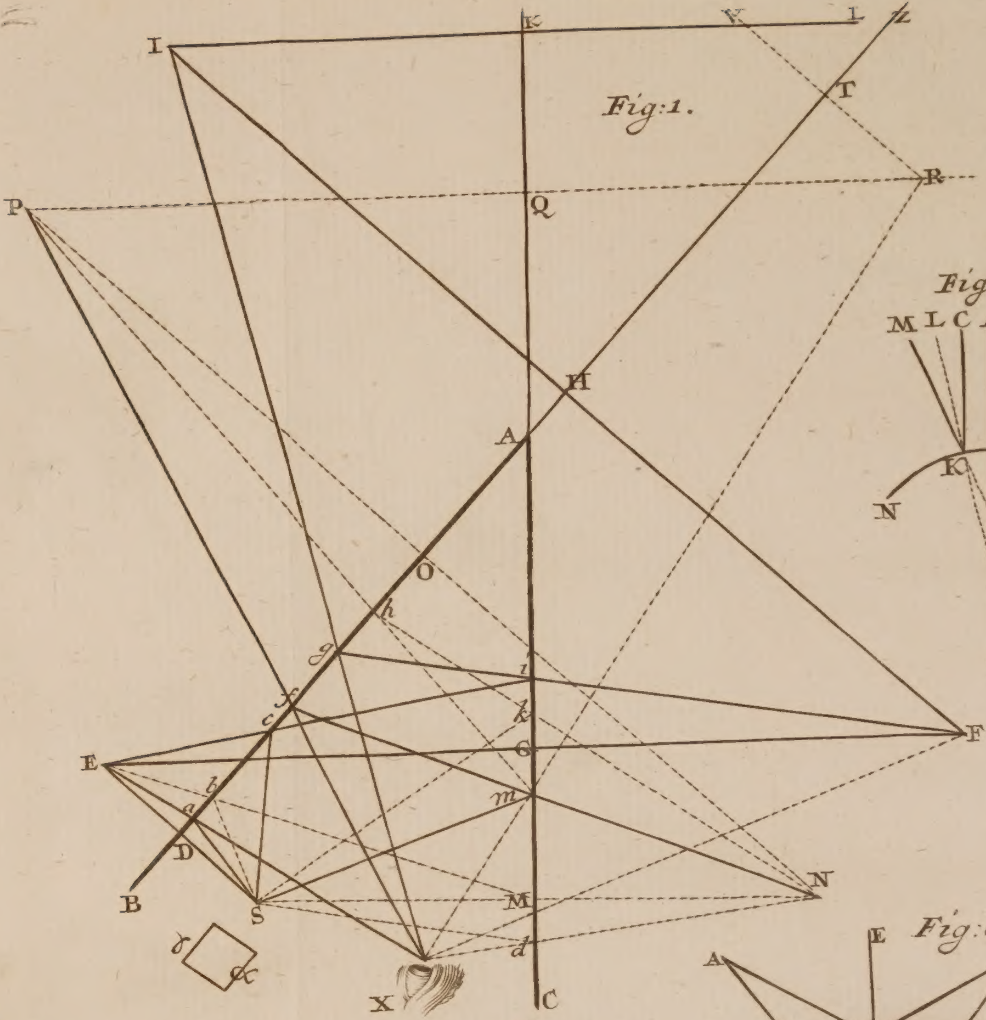


Fig: 4.

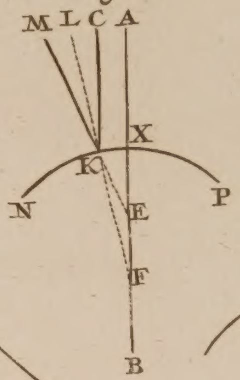


Fig: 5.

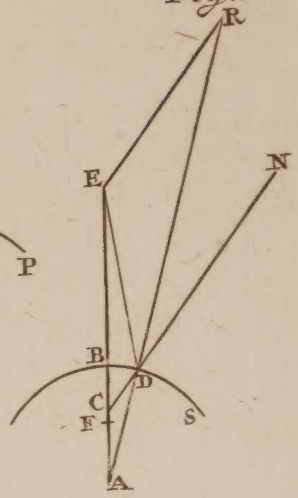


Fig: 7.

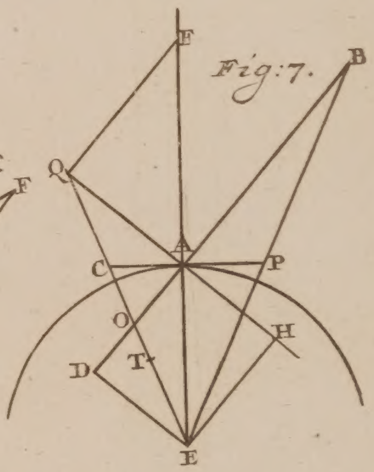


Fig: 6.

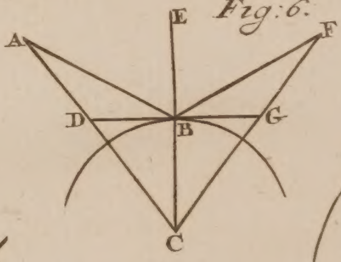


Fig: 2.

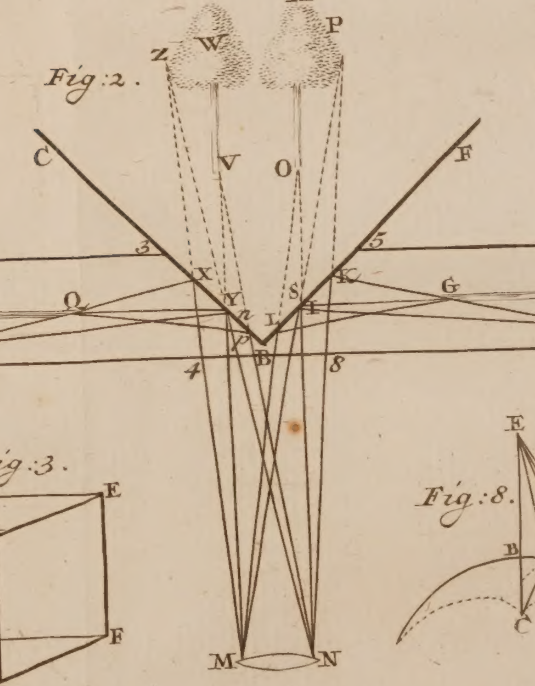


Fig: 9.

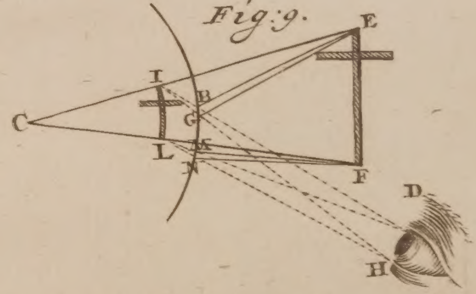


Fig: 3.

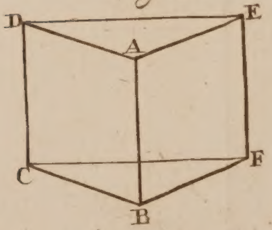
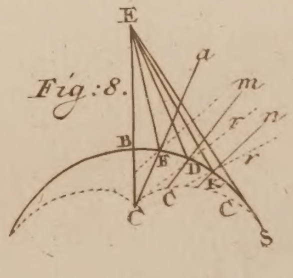


Fig: 8.



TAB: I.

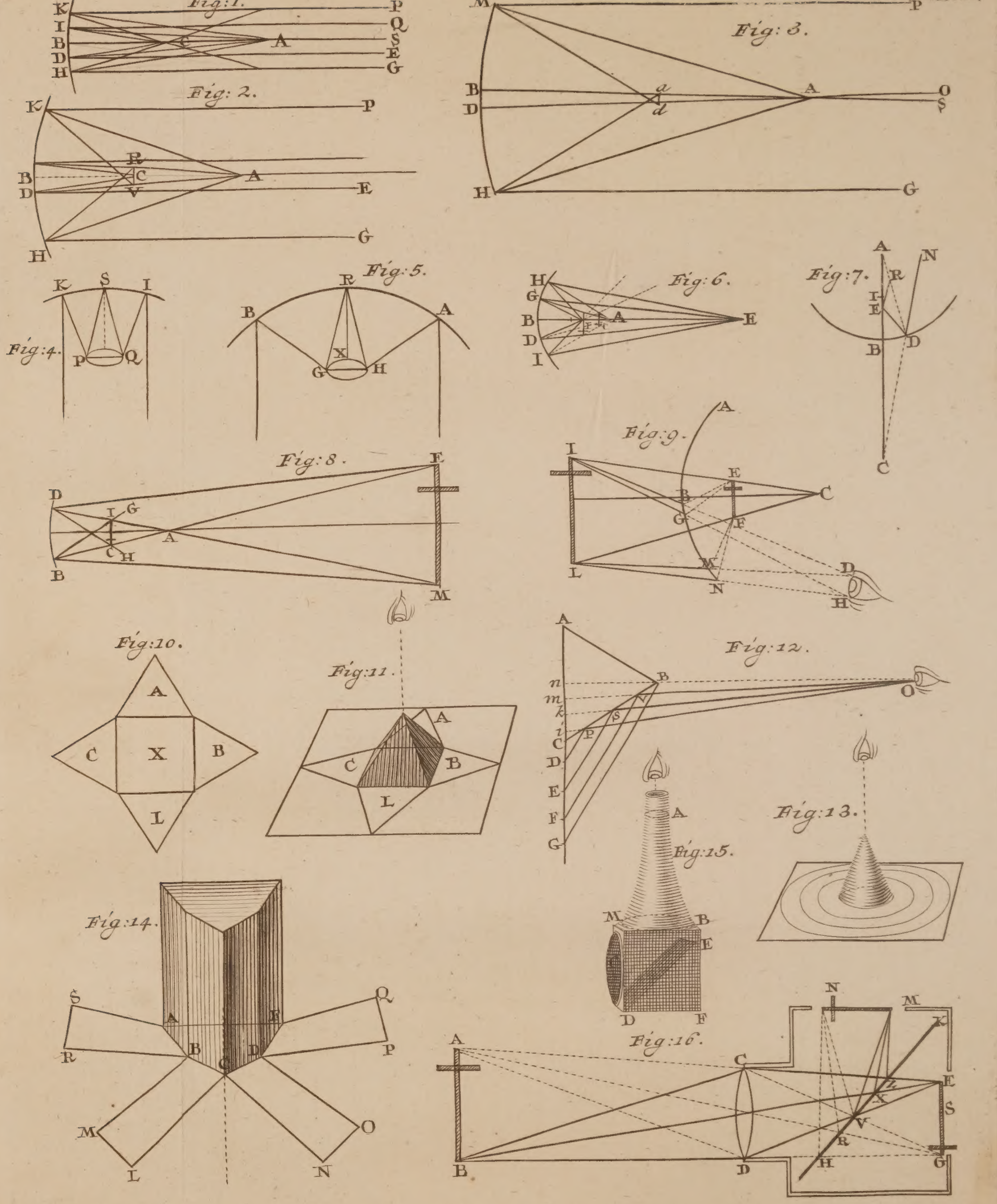


Fig:1.
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig:4.
Fig: 5.
Fig: 6.
Fig: 7.
Fig: 8.
Fig: 9.
Fig:10.
Fig:11.
Fig:12.
Fig:13.
Fig:14.
Fig:15.
Fig:16.

Fig: 1.

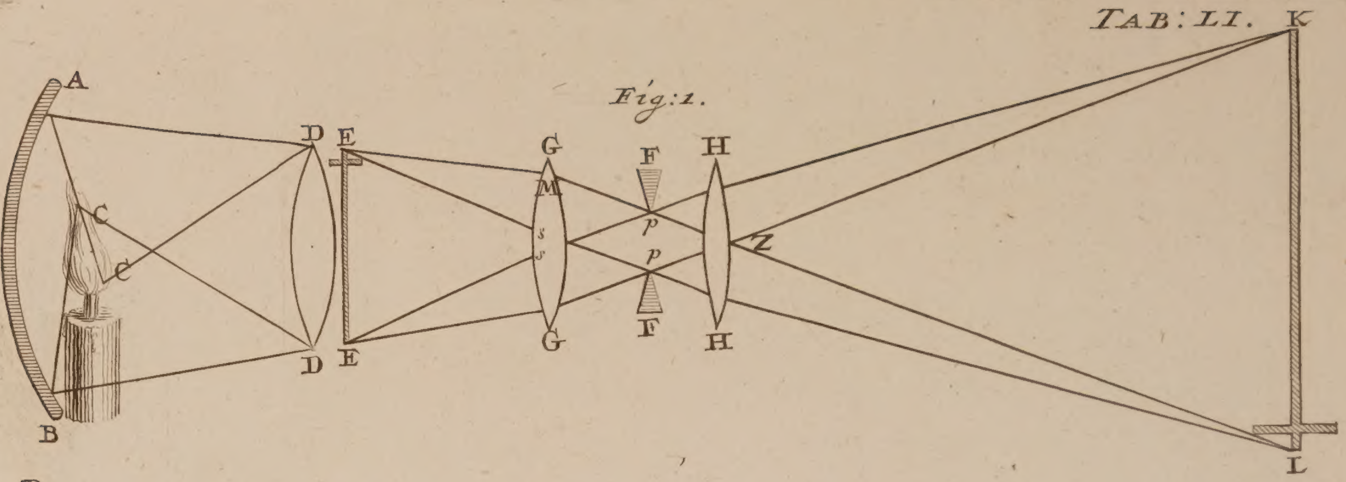


Fig: 2.

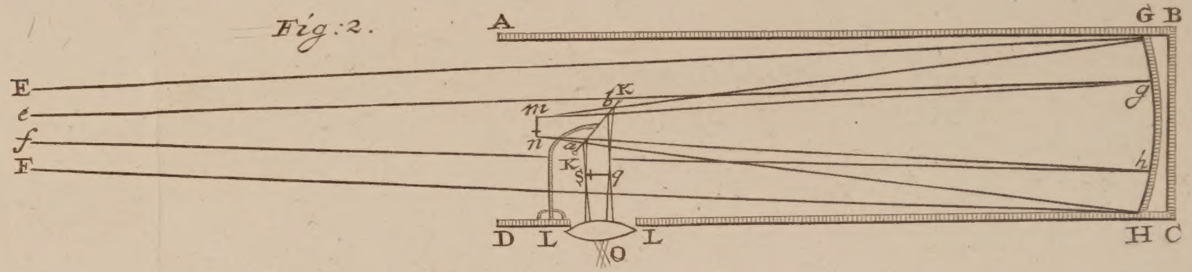


Fig: 4.

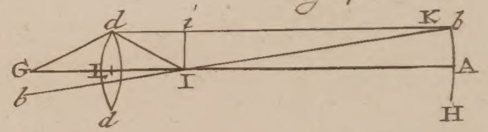
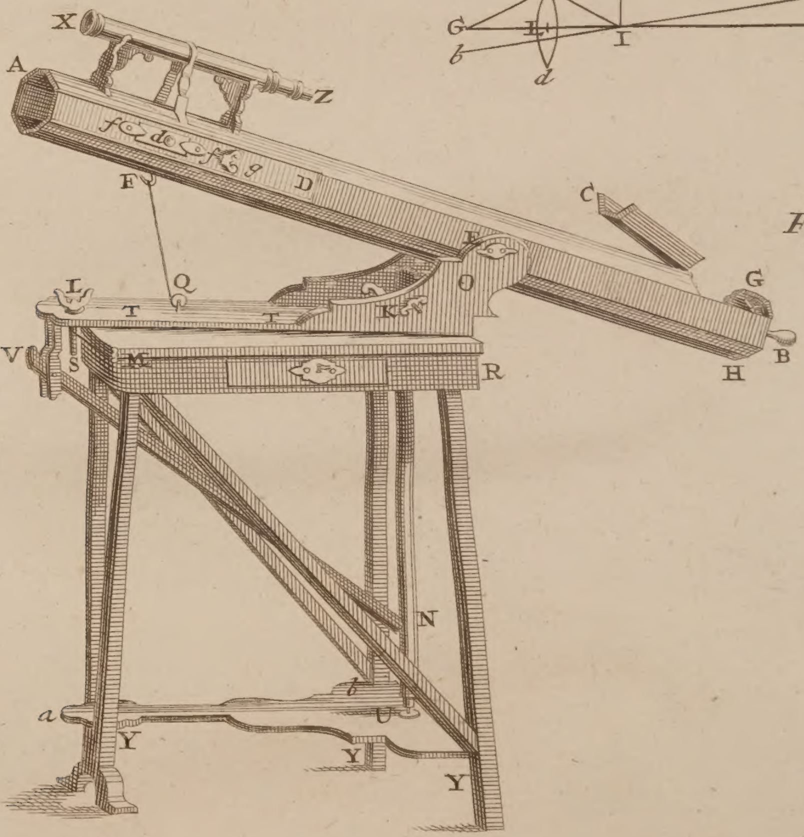


Fig: 3.



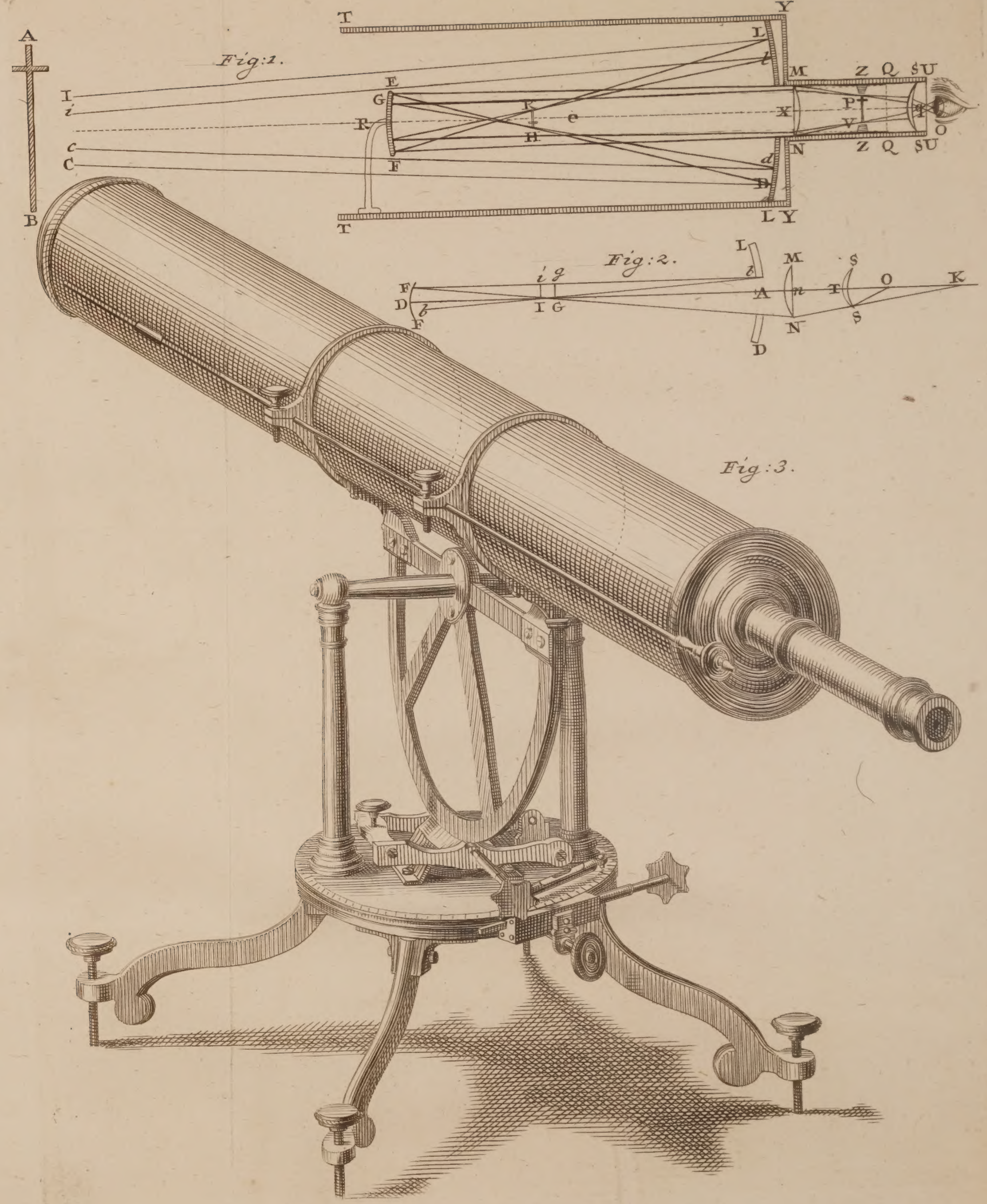


Fig: 1.
A
B
T
T
Y
L
l
M
Z Q SU
E
G
I
i
R
P
X
V
e
H
c
C
F
d
D
N
Z Q SU
O
L Y
Fig: 2.
L
l
M
S
F
i g
A
n
T
O
K
D
b
I G
F
N
S
D
Fig: 3.

TAB: LIII.

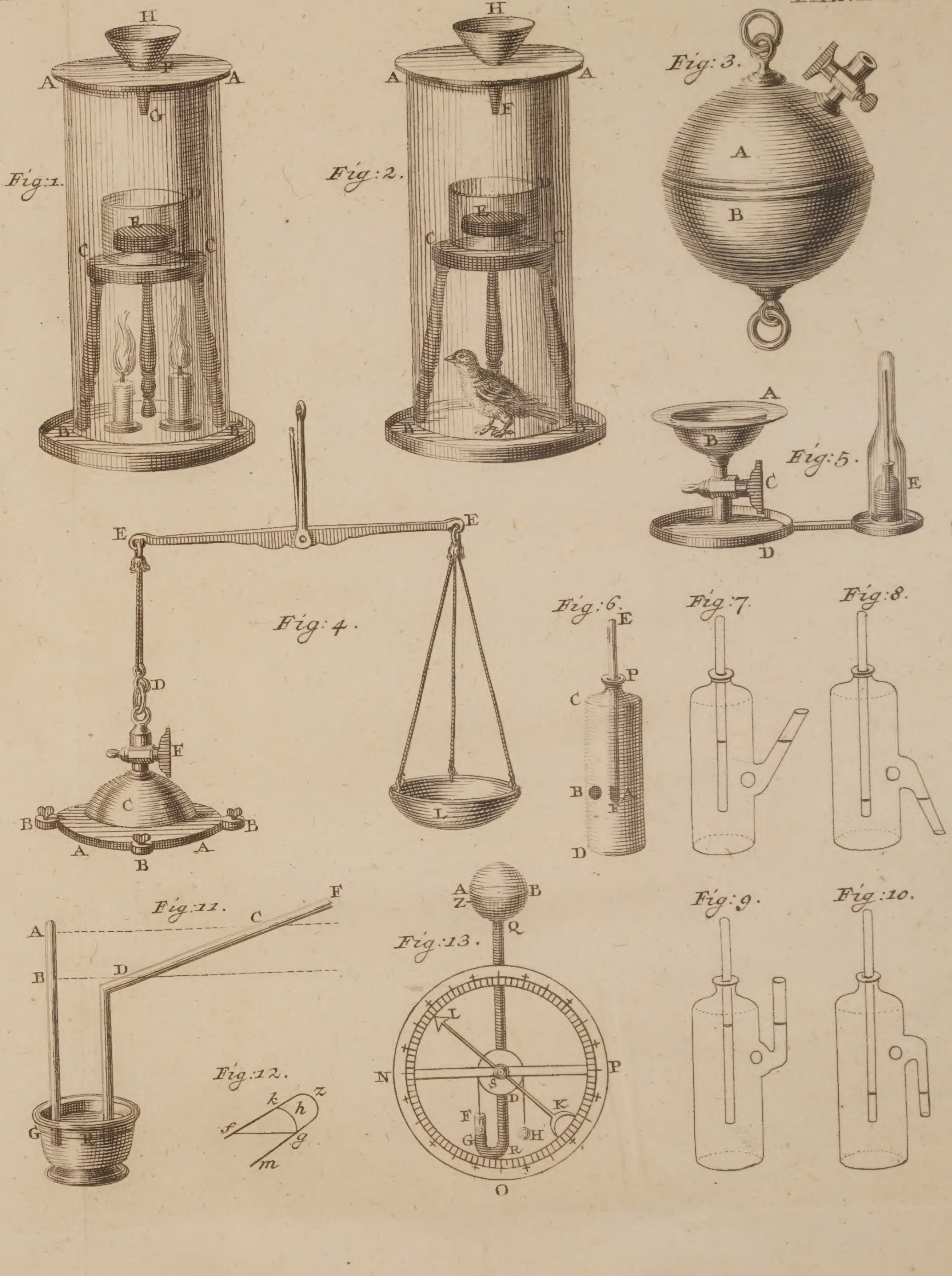


Fig: 1.
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6.
Fig: 7.
Fig: 8.
Fig: 9.
Fig: 10.
Fig: 11.
Fig: 12.
Fig: 13.

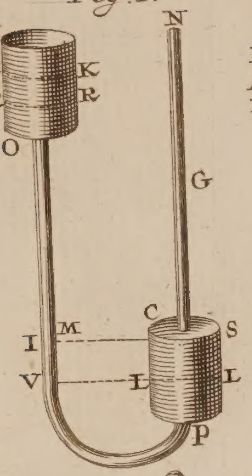


Fig: 1.

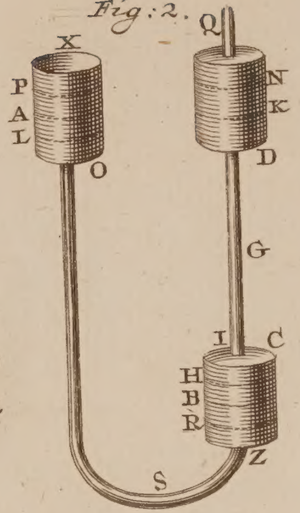


Fig: 2.

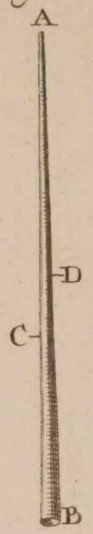


Fig: 3.

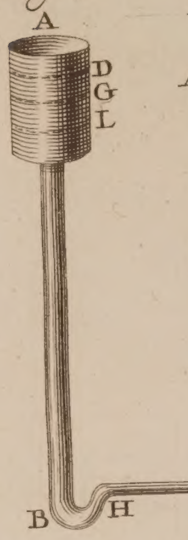


Fig: 4.

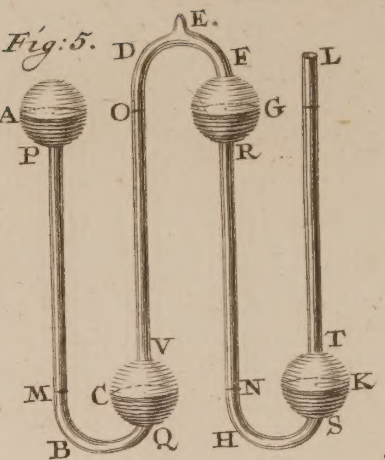


Fig: 5.

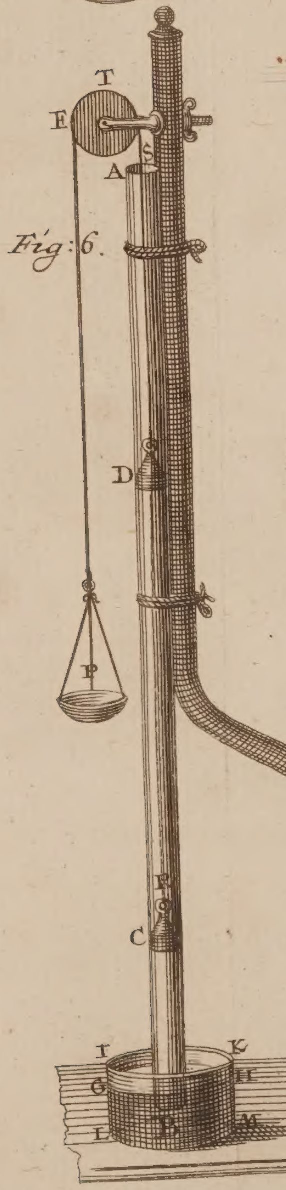


Fig: 6.

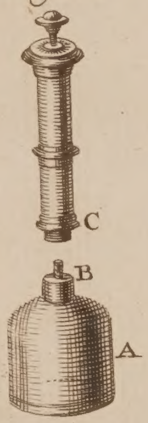


Fig: 7.

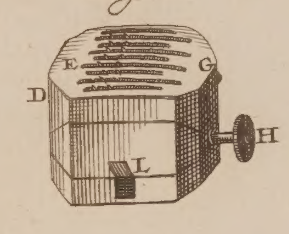


Fig: 8.

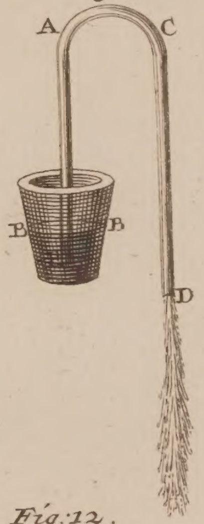


Fig: 9.

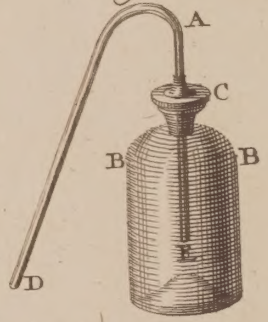


Fig: 10.

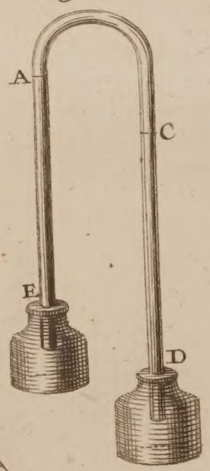


Fig: 11.

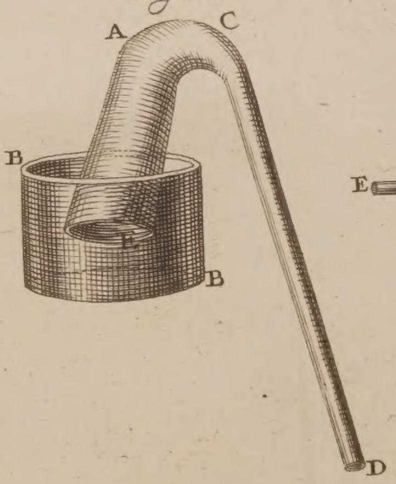


Fig: 12.

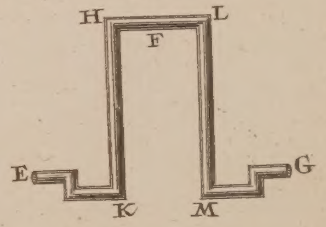


Fig: 13.

TAB: LV.

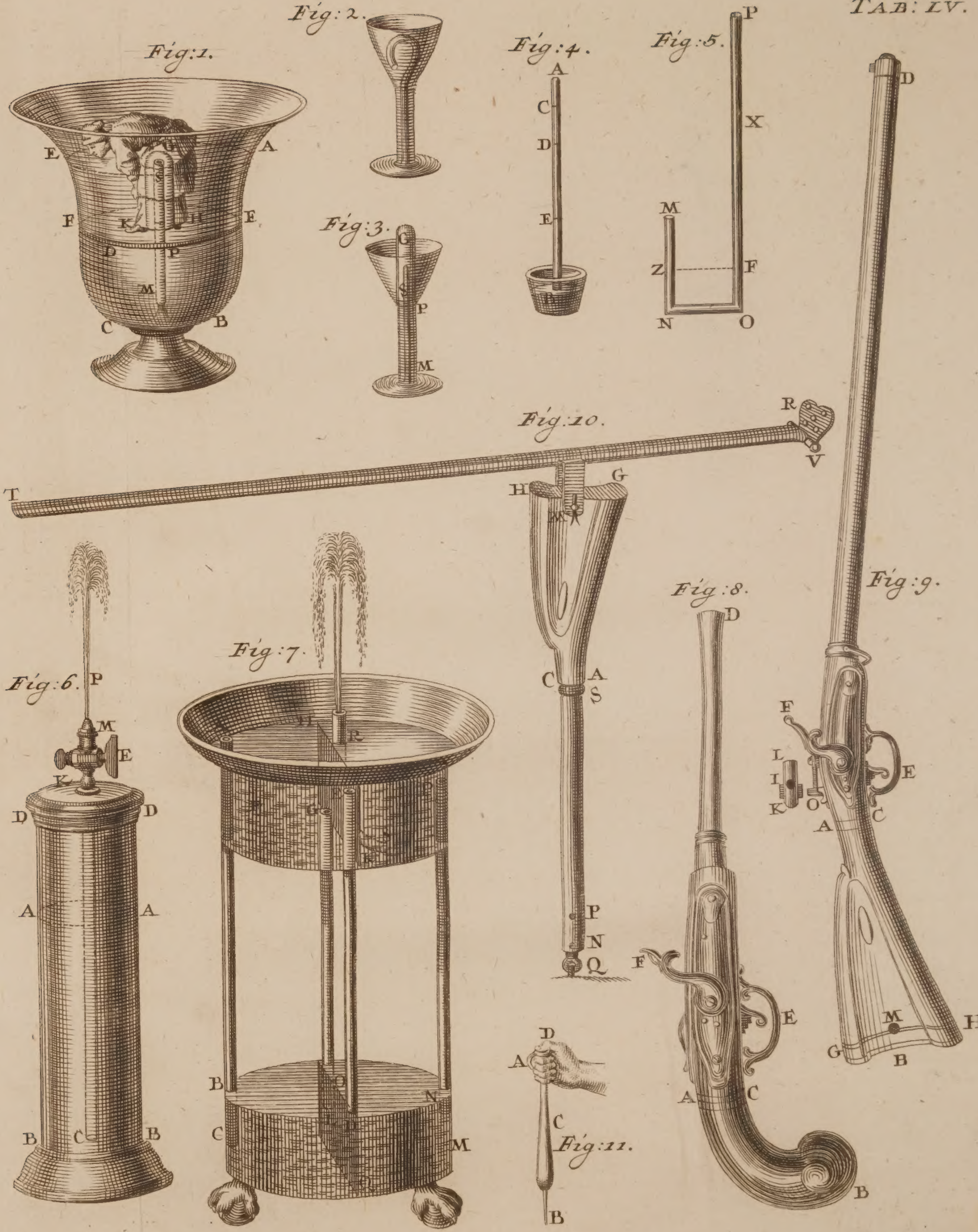


Fig:1.
Fig:2.
Fig:3.
Fig:4.
Fig:5.
Fig:6.
Fig: 7.
Fig:8.
Fig:9.
Fig:10.

Fig:1.

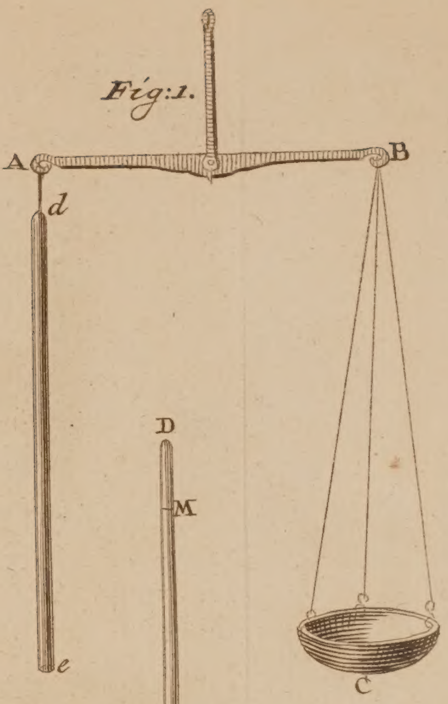


Fig:2. Fig:3.

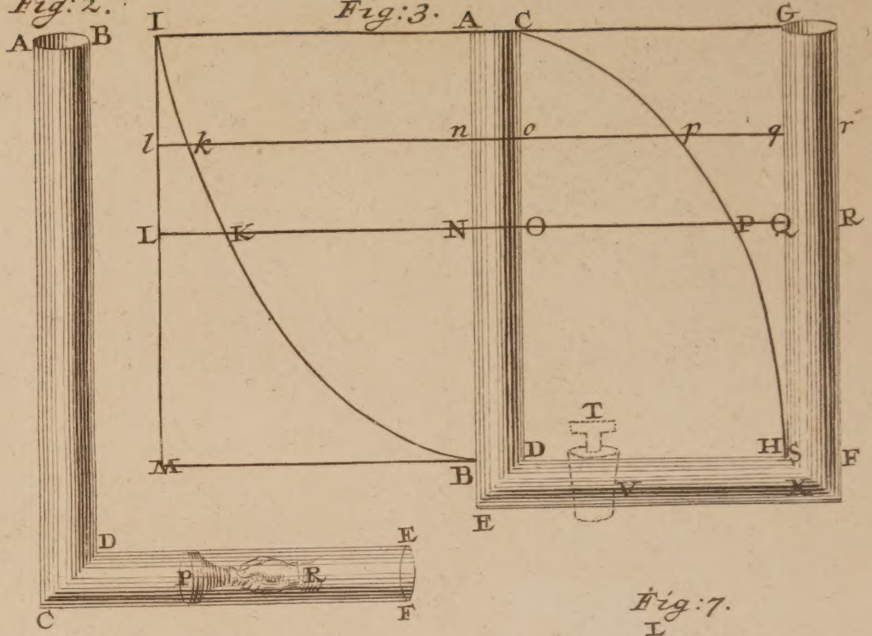


Fig:4.

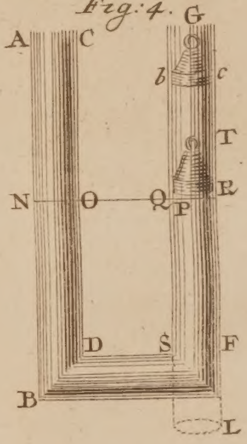


Fig:5.

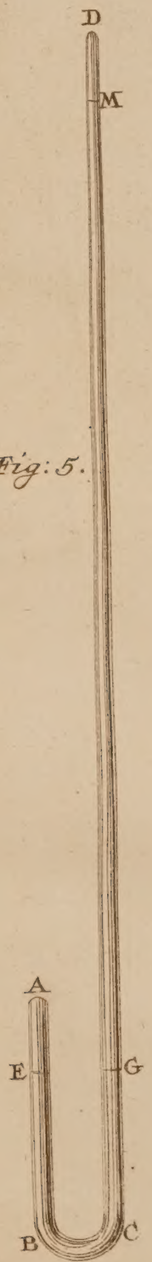


Fig:6.

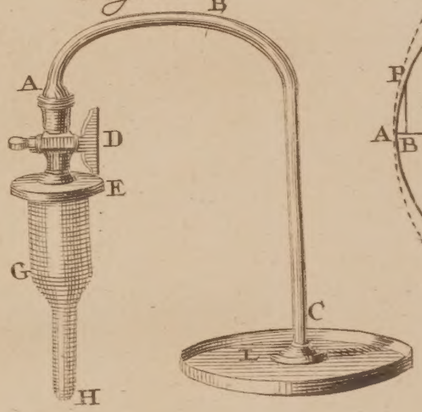


Fig:7.

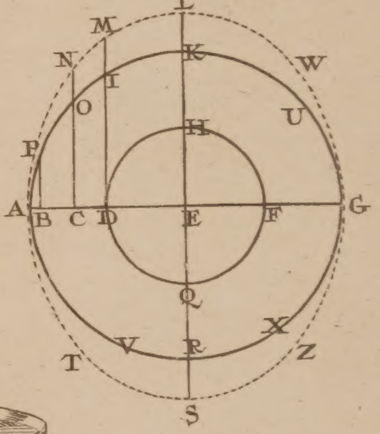


Fig:8.

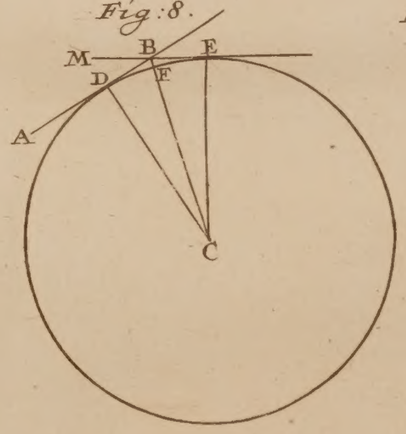


Fig:9.

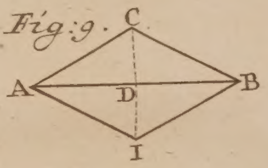


Fig:10.

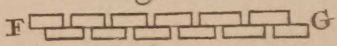


Fig:11.

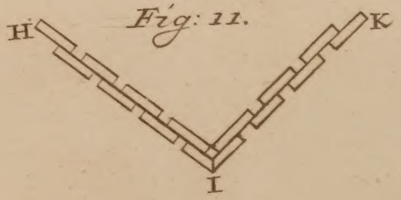


Fig:12.

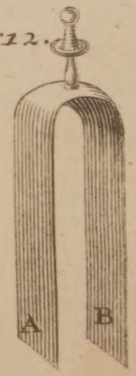


Fig: 1.

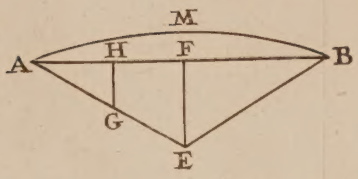


Fig: 2.

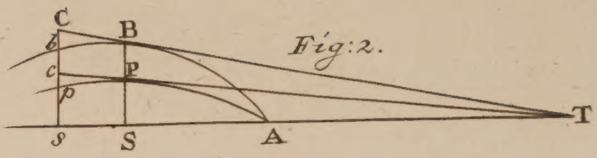


Fig: 3.

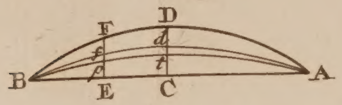


Fig: 4.

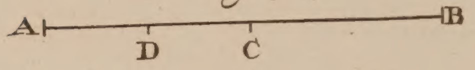


Fig: 5.

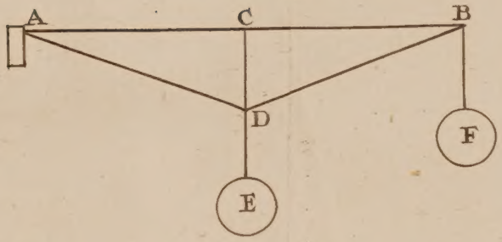


Fig: 6.

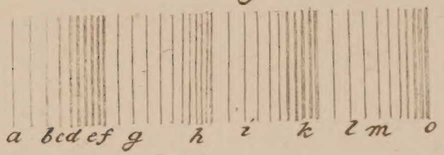


Fig: 8.

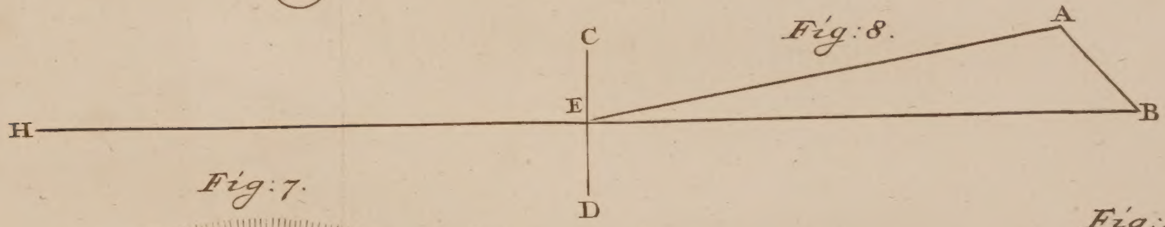


Fig: 7.

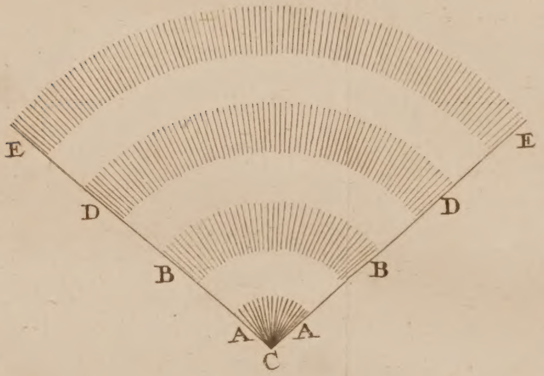


Fig: 9.

Fig: 10.

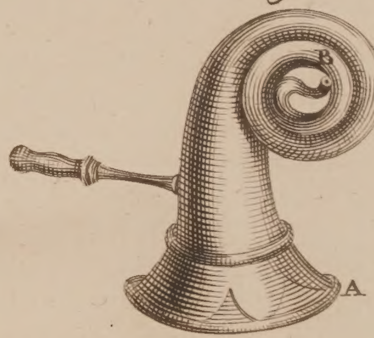


Fig: 11.

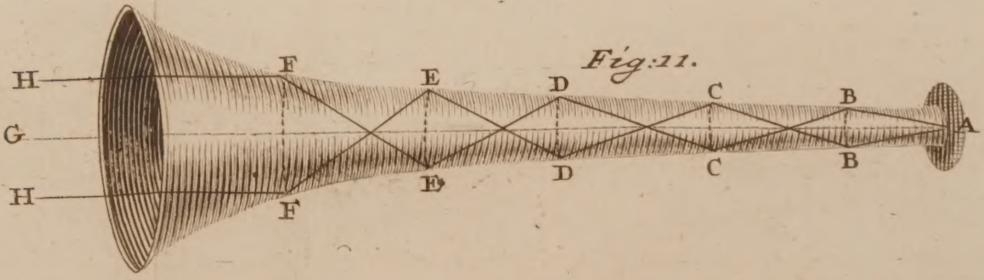


Fig: 2.

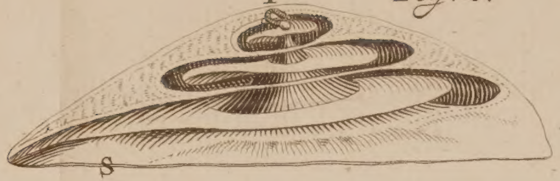


Fig: 3.

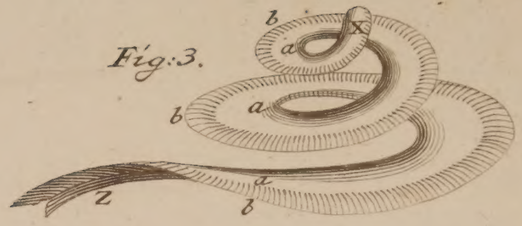


Fig: 1.

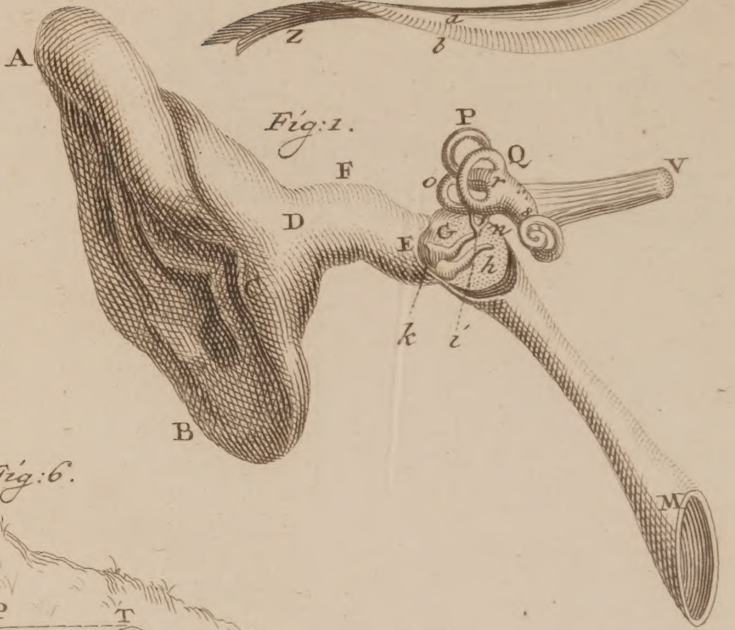


Fig: 6.

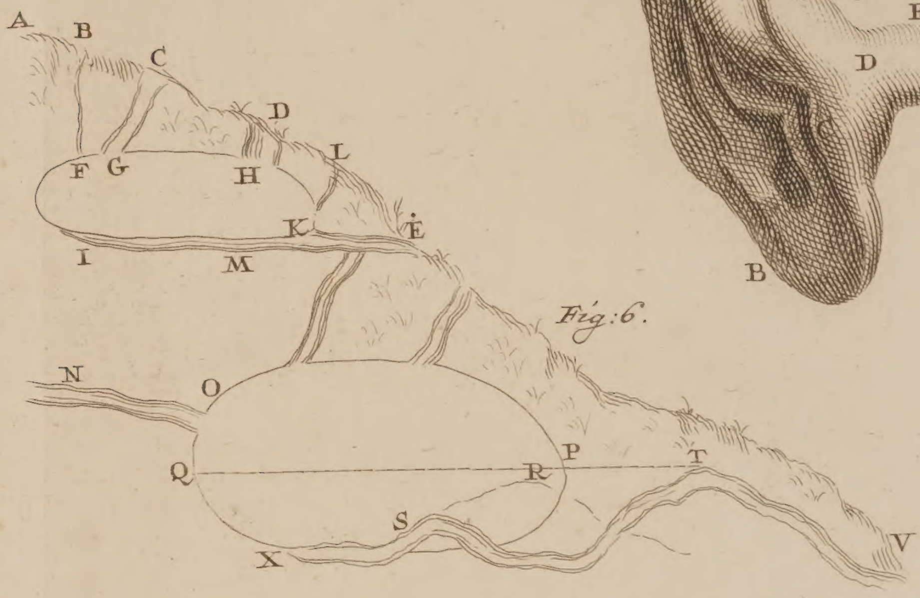


Fig: 5.

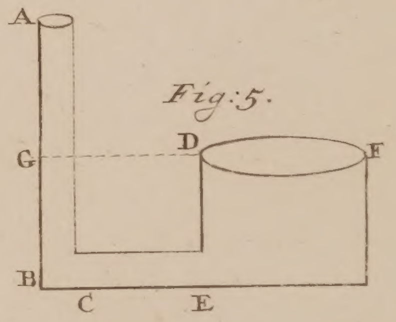


Fig: 4.

TAB. LX.

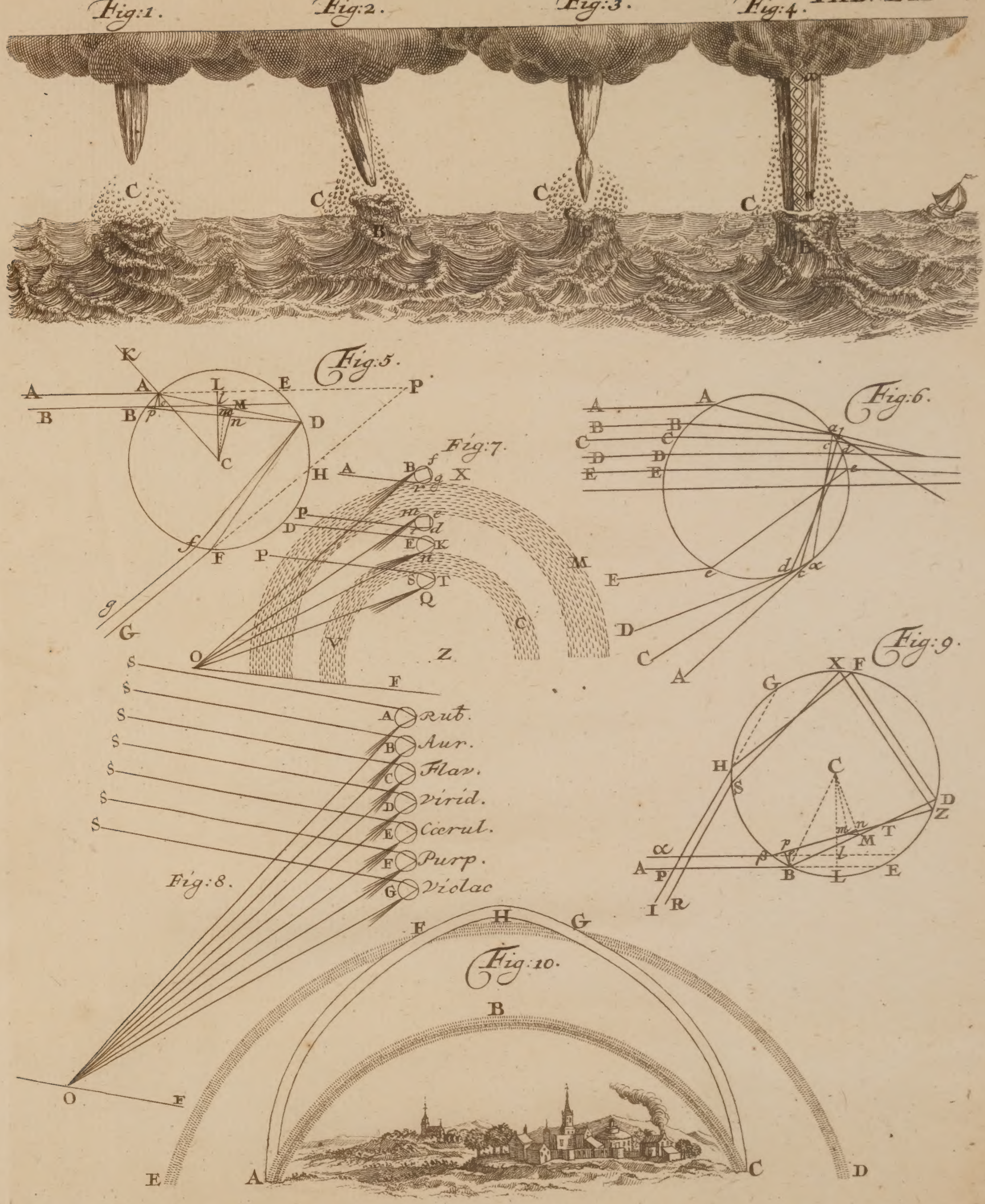
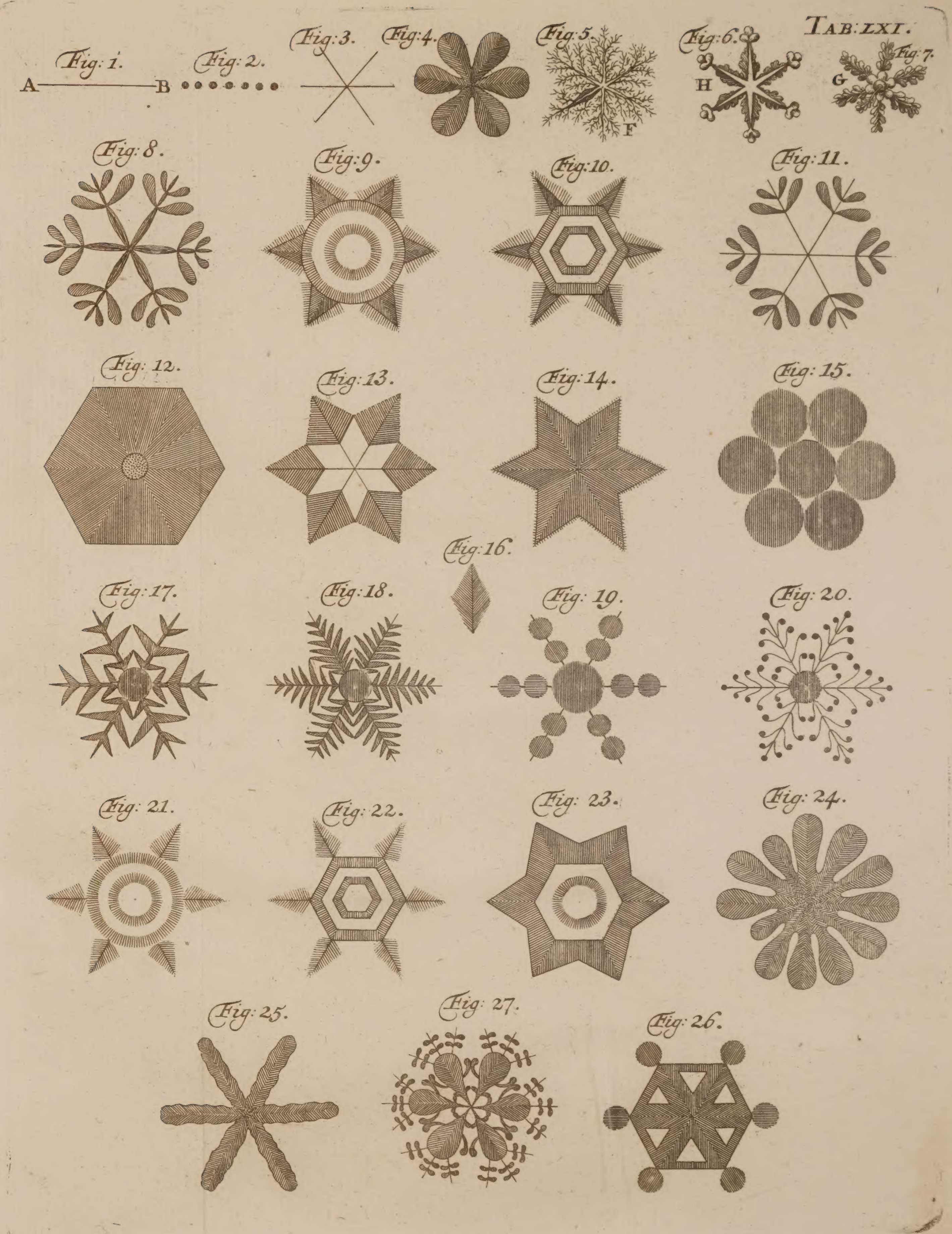


Fig:1.
Fig:2.
Fig:3.
Fig:4.
Fig:5.
Fig:6.
Fig:7.
Fig:8.
Fig:9.
Fig:10.
Rub.
Aur.
Flav.
Virid.
Cœrul.
Purp.
Violac.


Tab: LXXI.
Fig: 1.
A
B
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
F
Fig: 6.
H
Fig: 7.
G
Fig: 8.
Fig: 9.
Fig: 10.
Fig: 11.
Fig: 12.
Fig: 13.
Fig: 14.
Fig: 15.
Fig: 16.
Fig: 17.
Fig: 18.
Fig: 19.
Fig: 20.
Fig: 21.
Fig: 22.
Fig: 23.
Fig: 24.
Fig: 25.
Fig: 27.
Fig: 26.

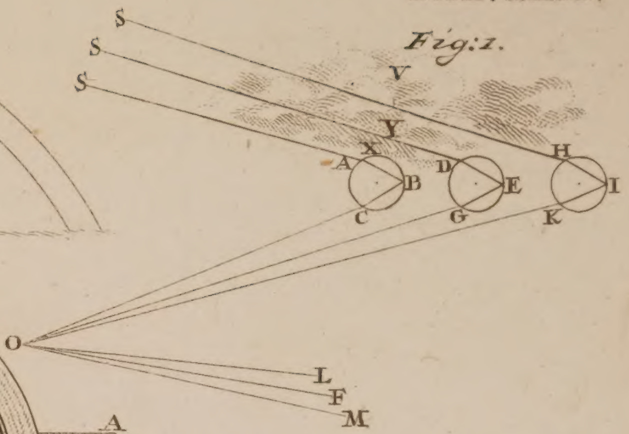


Fig: 1.

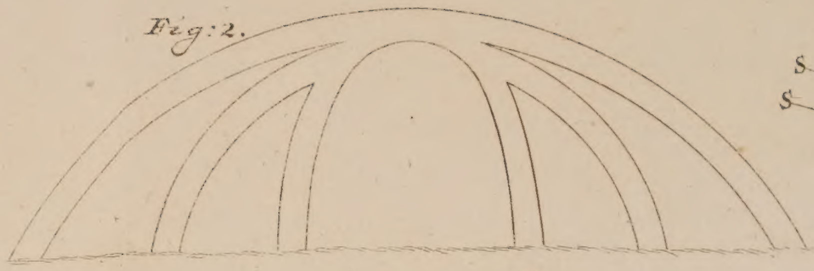


Fig: 2.

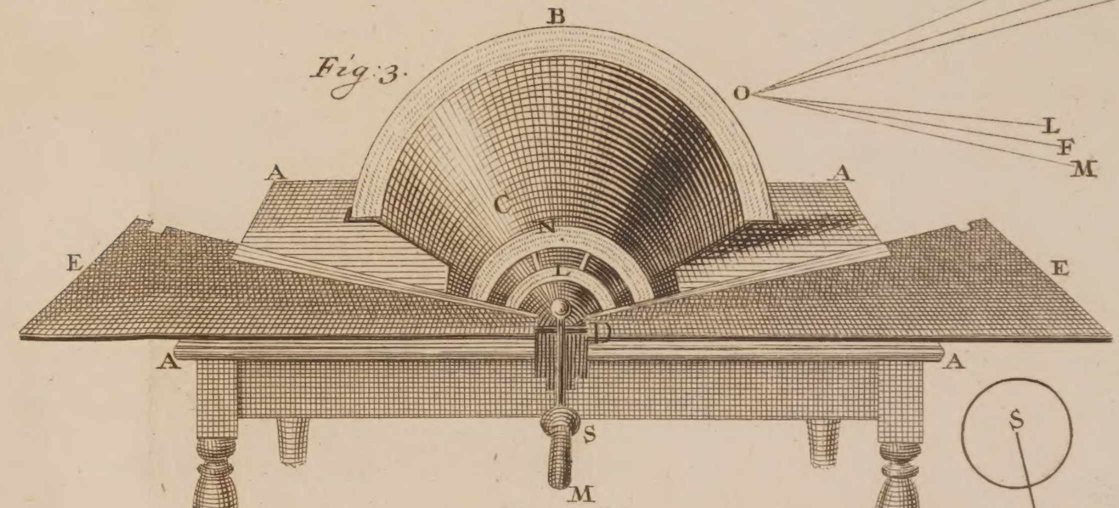


Fig: 3.

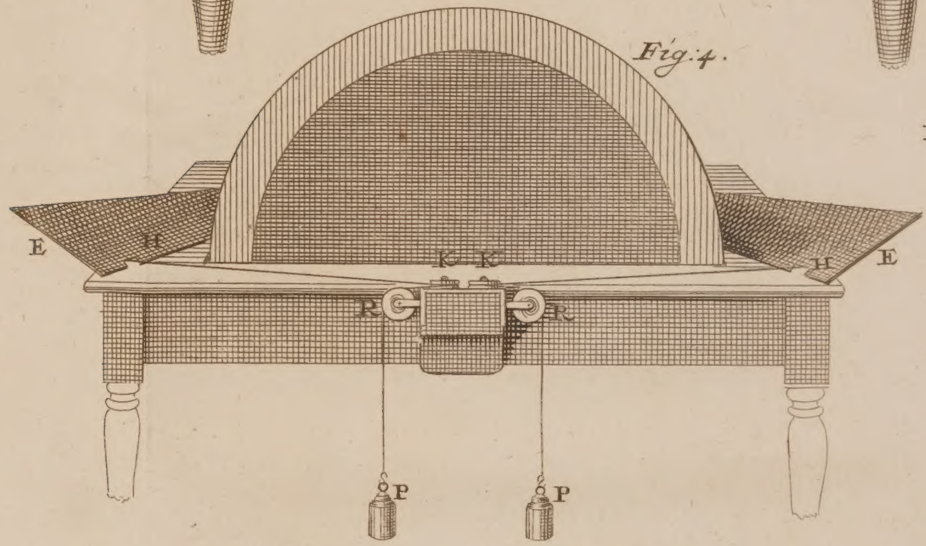


Fig: 4.

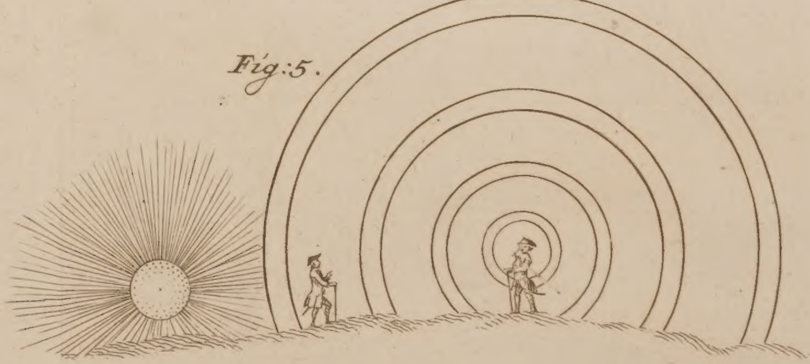


Fig: 5.

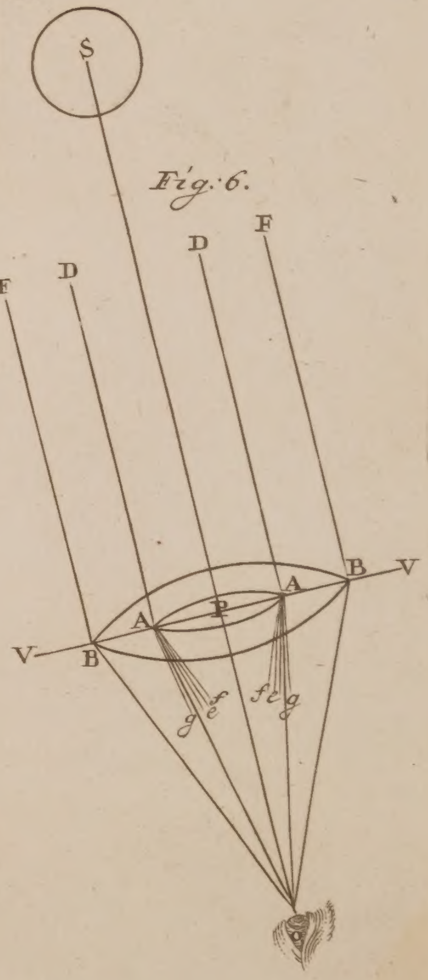


Fig: 6.

TAB: LXIII.

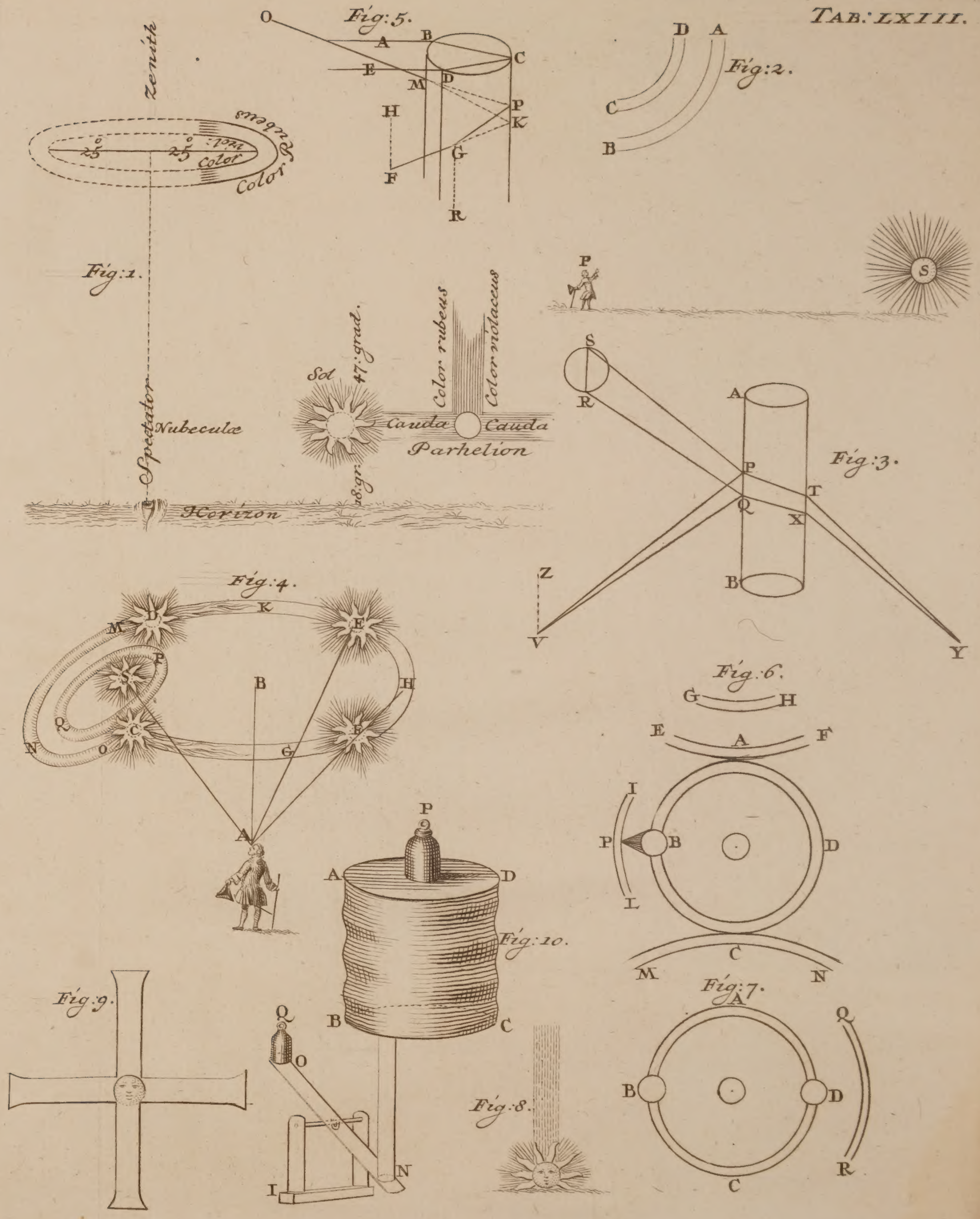
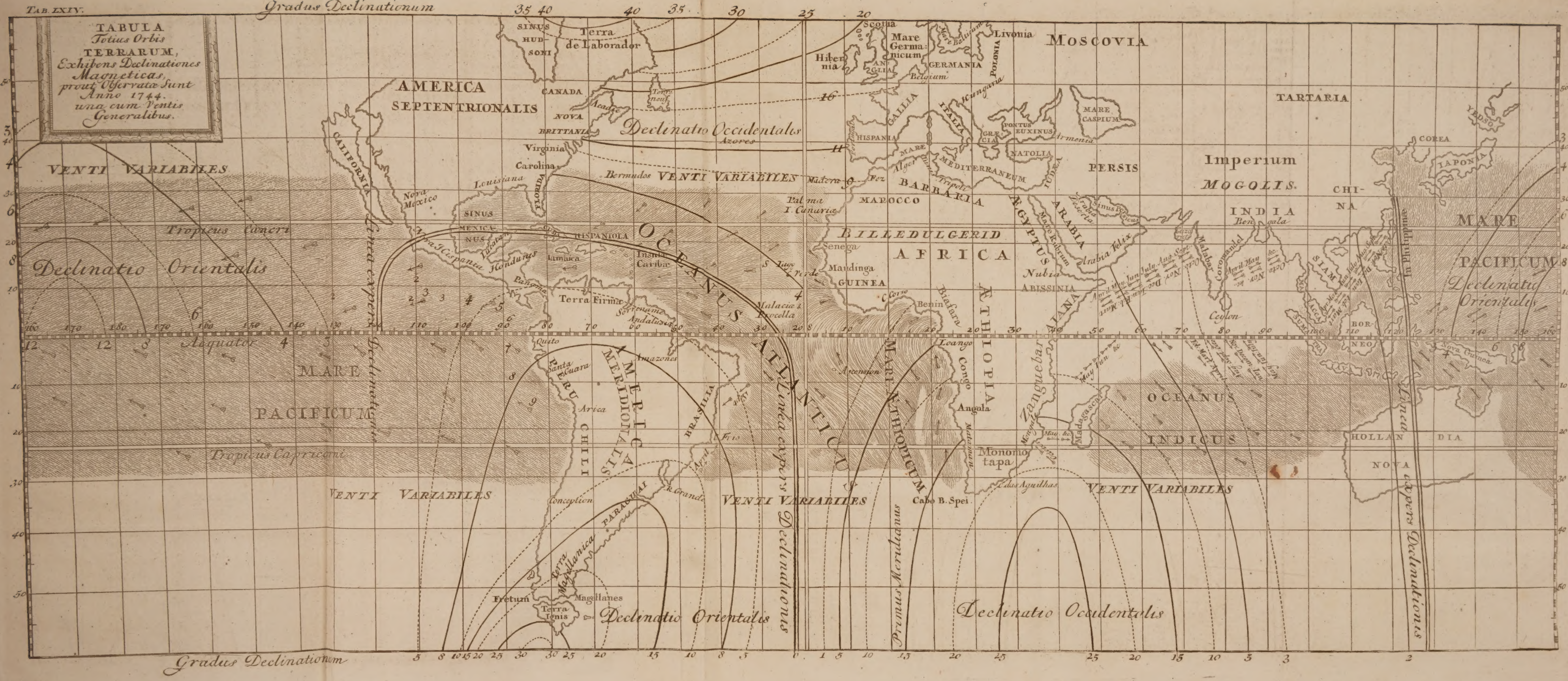


Fig:1.
Zenith
Color Rubeus
Color viol.
25°
Nubeculæ
Spectator
Horizon
Sol
47: grad.
28 gr.
Color rubeus
Color violaceus
Cauda
Cauda
Parhelion
Fig:2.
Fig:3.
Fig:4.
Fig:5.
Fig:6.
Fig:7.
Fig:8.
Fig:9.
Fig:10.

TAB. LXIV.



Gradus Declinationum
TABULA
Totius Orbis
TERRARUM,
Exhibens Declinationes
Magneticas,
prout Observatæ Sunt
Anno 1744.
una cum Ventis
Generalibus.
AMERICA
SEPTENTRIONALIS
Terra
de Laborador
CANADA
NOVA
BRITTANIA
Declinatio Occidentalis
Azores
Virginia
Carolina
Louisiana
CALIFORNIA
Nova
Mexico
VENTI VARIABILES
Bermudos VENTI VARIABILES
Tropicus Cancri
Declinatio Orientalis
OCEANUS ATLANTICUS
Linea expers Declinationis
Terra Firma
Aequator
MARE
PACIFICUM
AMERICA
MERIDIONALIS
PERU
CHILI
BRASILIA
Tropicus Capricorni
VENTI VARIABILES
Declinatio Orientalis
Terra
Magellanica
Fretum
Magellanes
Terra
Ignis
Linea expers Declinationis
Primus Meridianus
MARE ÆTHIOPICUM
AFRICA
BILLEDULGERID
BARBARIA
MAROCCO
Mandinga
GUINEA
ÆTHIOPIA
Congo
Angola
Monomotapa
Cabo B. Spei
Declinatio Occidentalis
VENTI VARIABILES
OCEANUS
INDICUS
MOSCOVIA
TARTARIA
Imperium
MOGOLIS
PERSIS
INDIA
CHINA
MARE
PACIFICUM
Declinatio
Orientalis
HOLLANDIA
NOVA
Linea expers Declinationis
Gradus Declinationum